

IMPLEMENTACION DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL TPM. EN EL PROCESO DE LAMINACION DE LA
LINEA UNO EN LA EMPRESA SIDOC S.A.

JUAN SEBASTIÁN PÉREZ GÓMEZ

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE ENERGÉTICA Y MECÁNICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA
SANTIAGO DE CALI
2007

IMPLEMENTACION DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL TPM. EN EL PROCESO DE LAMINACION DE LA
LINEA UNO EN LA EMPRESA SIDOC S.A.

JUAN SEBASTIÁN PÉREZ GÓMEZ

Pasantía para optar el título de
Ingeniero Mecánico

Director
ORLANDO HUNG
Ingeniero Mecánico; MBA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE ENERGETICA Y MECÁNICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA
SANTIAGO DE CALI
2007

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	8
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
1. MARCO TEORICO	12
1.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	12
1.2 LAS 5'S	13
1.2.1 Seiri	13
1.2.2 Seiton	13
1.2.3 Seiso	13
1.2.4 Seiketsu	13
1.2.5 Shitsuke	13
1.3 KPI'S	15
1.3.1 OEE	16
1.3.2 Accidentalidad	16
1.3.3 Desperdicio Total	17
1.3.4 AOV	17
1.4 PROCESO DE LAMINACIÓN EN EL TREN #1 DE SIDOC S.A.	17
2. ANTECEDENTES DEL MANTENIMIENTO DE SIDOC S.A.	19
3. DIAGNOSTICO ESTRATEGICO DEL MANTENIMIENTO DEL AREA DE LAMINACIÓN	21
3.1 ACCIDENTALIDAD	23
3.2 DESPERDICIO	24
3.3 OEE	25
3.4 CALIDAD	25

3.5 DISPONIBILIDAD	26
3.6 PRODUCTIVIDAD	26
3.7 AOV	27
3.8 ANÁLISIS FINANCIERO	28
3.9 FORTALEZAS Y DEBILIDADES	29
3.9.1 Fortalezas	29
3.9.2 Debilidades	30
4. FORMULACION DEL PROGRAMA DE TPM PARA EL AREA DE LAMINACION SIDOC	31
4.1 MEJORAMIENTO ESPECÍFICO DE LA MAQUINARIA	35
4.1.1 Empujadores de Hornos de Calentamiento	35
4.1.2 Mesa de Enfriamiento	35
4.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	36
4.3 FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN	37
4.3.1 Primera sección	38
4.3.2 Segunda Sección	39
4.4 MANTENIMIENTO PROGRAMADO	39
4.5 ADMINISTRACIÓN INICIAL DE EQUIPOS	42
4.6 ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS Y DEL MEDIO AMBIENTE	43
5. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA EL AREA DE LAMINACION	45
6. CONCLUSIONES	49
7. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. KPI's de Sidoc S.A. desde 2006 hasta finales de 2007	15
Tabla 2. Máquinas y equipos presentes en el Tren # 1 de laminación en SIDOC S.A	22
Tabla 3. Consecutivo de accidentalidad julio – diciembre de 2006	24
Tabla 4. Consecutivo de desperdicios julio – diciembre de 2006	24
Tabla 5. Consecutivo de OEE julio – diciembre de 2006	25
Tabla 6. Consecutivo de calidad julio – diciembre de 2006	25
Tabla 7. Consecutivo de disponibilidad julio – diciembre de 2006	26
Tabla 8. Consecutivo de productividad julio – diciembre de 2006	27
Tabla 9. Consecutivo de AOV julio – diciembre de 2006	27
Tabla 10. Consecutivo Financiero julio – diciembre de 2006	28
Tabla 11. Detalle financiero materiales y repuestos julio – diciembre de 2006	28
Tabla 12. Pasos para la aplicación del TPM	32
Tabla 13. Los siete pasos del Mantenimiento Autónomo	45

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura de trabajo hacia la visión empresarial de SIDOC S.A.	13
Figura 2. Aspectos globales del TPM	14
Figura 3. Staff involucrado en la introducción del TPM en laminación.	33
Figura 4. Etiquetas TPM usadas para el diagnóstico y mantenimiento autónomo en el programa de TPM en Sidoc S.A.	34
Figura 5. Captura de pantalla – sistema SIMAQ de gestión de PM	40
Figura 6. Estructura jerárquica creada para el Mantenimiento Autónomo y el TPM	46

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Fotografía plan de las 5'S en SIDOC S.A.	52
Anexo 2. Fotografías antes y después de TPM en deshornador horno de calentamiento.	52
Anexo 3. Fotografías antes y después de TPM en Mesa de Enfriamiento	53
Anexo 4. Fotografías antes y después de TPM en Reductor Tren 250	53
Anexo 5. Fotografías antes y después de TPM en Horno de calentamiento	53
Anexo 6. Fotografías antes y después de TPM en manejo de desechos	54
Anexo 7. Formato creado para Capacitaciones	54
Anexo 8. Formato auxiliar de asistencia creado para Capacitaciones	55
Anexo 9. Formato para iniciar administración de entrada de equipos	55
Anexo 10. Formato de Mantenimiento Autónomo Camino de Rodillos	56
Anexo 11. Formato de Mantenimiento Autónomo Volcador	56
Anexo 12. Formato de Mantenimiento Autónomo Camino de Rodillos	57

GLOSARIO

CALIDAD: relación entre el producto manufacturado sin defectos y el producto total manufacturado, medida en peso (toneladas).

DESEMPEÑO: es la relación entre la velocidad de diseño y la velocidad real de operación de una máquina.

DESHORNADOR: barra metálica de gran longitud unida a unas guías que sirve para empujar la palanquilla a altas temperaturas fuera del horno de calentamiento hacia los caminos de rodillos.

DESPERDICIO: es la cantidad de acero que se desperdicia globalmente, así sea fundido o vendido como producto secundario.

DISPONIBILIDAD: es la razón entre el tiempo que una máquina puede funcionar y el tiempo que es programado para producir.

JIPM (JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE): instituto japonés de mantenimiento de plantas autor del TPM.

KPI (KEY PERFORMANCE INDICATORS): indicadores clave de desempeño que miden el funcionamiento de la planta de SIDOC S.A.

OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS): medida porcentual que mide la eficiencia productiva de la maquinaria y el impacto total que causan la calidad, productividad y disponibilidad en el desempeño de una máquina.

PALANQUILLA: barras de acero de 10x10 cm. De sección transversal, producto semiacabado de la máquina de colado continuo listo para ser laminado los trenes.

PM (PLANED MAINTENANCE): es el mantenimiento planeado

SET-UP: ajustes que se le realizan a una máquina antes de iniciar una nueva orden de producción. Incluye cambio de rodillos de laminación, rodamientos, apriete de deshornador y ajuste de diámetro de perfiles.

STAFF: es el conjunto de empleados temporales y permanentes

TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE): metodología enfocada a la creación de un sistema corporativo que maximice la eficiencia del sistema productivo al establecer sistemas de prevención de pérdidas en todas las operaciones de la empresa, incluyendo cero accidentes, cero fallas y cero defectos a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema productivo.

RESUMEN

El desarrollo ingente de la industria y de los mercados del sector siderúrgico es cada vez mayor, siendo actualmente uno de los aspectos que mas influyen en la eficiencia de la producción de las acerías la adecuada administración de los recursos disponibles, pues su infraestructura se basa en procesos encadenados y las fallas de un sector repercuten en el otro.

Actualmente existen empresas a años luz de las nuestras en cuanto a tecnología y organización se refiere. Los japoneses son los pioneros en estos conceptos y basados en sus estudios se han adaptado sus políticas de administración del mantenimiento a nuestra realidad regional para ser más competitivos ante la inminente apertura comercial.

Es así como se ha desarrollado este proyecto de grado, con el propósito de llevar a una industria de gran infraestructura como lo es Sidoc S.A. a las “grandes ligas” donde se pueda mantener en una posición favorable en el mercado aplicando políticas de mejoramiento continuo al mismo tiempo que ofrece productos de excelente calidad y es eficiente en todos sus procesos.

En el desarrollo del proyecto han sido seguidos los lineamientos propuestos por el JIPM para estos casos y han sido adaptados procesos y cambios al sector productivo de laminación, logrando importantes mejoras y una “avalancha” de cambios organizacionales que se iniciaron con la aplicación del proyecto.

Se espera que el material contenido en este documento sirva de apoyo y guía a futuros procesos análogos de mejoramiento continuo de empresas que quieran incursionar en estos campos y que tengan como política ser cada día mejores.

INTRODUCCIÓN

En el marco competitivo actual, para que una empresa se pueda conservar indemne en la lucha por el mercado es imprescindible que adopte estrategias de mejoramiento continuo como parte de su cultura organizacional para poder responder adecuadamente a las condiciones cambiantes del mercado, implementando un sistema que permita incrementar la productividad y calidad de los procesos a través de la eliminación y reducción de pérdidas relacionadas con ellos.

SIDOC S.A. es una empresa Colombiana creada y desarrollada en Cali con una antigüedad de mas de 30 años, que se dedica al desarrollo, producción y comercialización de productos siderúrgicos de acero relacionados con la construcción y la ornamentación, dividiéndose en 2 categorías principalmente, los aceros corrugados de alta resistencia y los aceros lisos, pasando por una amplia gama de diámetros y formas circulares y cuadradas.

Actualmente la empresa mantiene un alto estándar competitivo gracias a su posicionamiento en el mercado local del Valle del cauca, a su certificación de calidad ISO 9001-2000, pero sobre todo al alto compromiso que tiene el staff directamente con la gerencia, lo que hace que los que laboran en la empresa se encuentran abiertos a nuevas ideas y programas que les permitan mejorar aún más su desempeño como trabajadores y su productividad al mismo tiempo que se ahorran costos. Por ser una empresa siderúrgica de pequeño tamaño comparada con otras como Sidelpa, hay ciertas desventajas competitivas en cuanto a recursos disponibles, pero concientes de que la prioridad es la satisfacción del cliente y la economía de medios, se han estado produciendo búsquedas continuas en cuanto a políticas de manejo y administración de recursos para producir productos de excelente calidad y disminuir los tiempos de procesamiento de la materia prima para así poder responder adecuadamente a las necesidades de los clientes cumpliendo con los lineamientos propuestos en la visión de la compañía.

TPM es entonces la metodología adoptada por SIDOC S.A. para desarrollar el mejoramiento continuo y reducir las pérdidas en la planta. La estructura del TPM está enfocada en la implementación de pilares, siendo uno de los más importantes el del mantenimiento autónomo, ya que algunos otros pilares como el de PM ya se encuentran implementados casi en su totalidad.

Por ser el TPM es una estrategia que rinde sus frutos a largo plazo, actualmente hay un compromiso con las directivas por el mantenimiento y

desarrollo de nuevas estrategias para cubrir las falencias que se presenten. Programas como el del Mantenimiento Autónomo y el rescate de los aspectos de las 5'S que se han dejado caer, además de la estandarización de procesos son algunos de los factores que el personal de mantenimiento y producción se encuentran aplicando actualmente.

El nivel y la calidad de la competencia en el mercado siderúrgico últimamente se han incrementado con la entrada de grandes multinacionales al mercado local, por lo que la alta inversión que se haga en los planes de TPM se verá reflejada en los resultados a nivel productivo y de costos dentro de poco tiempo, logrando así ponerse al alcance de los desafíos que presente la competencia. Basándose en políticas de calidad se requiere que con los recursos disponibles se logren nuevas metas de producción evitando la inversión en nuevos y costosos equipos, y además de eso se incrementa el activo del recurso humano, que es uno de los aspectos que mas hace valer la empresa en estos momentos.

Se pretende seguir entonces el camino ya trazado globalmente por empresas como Toyota y localmente por empresas como Tetra Pack para lograr estándares de calidad que estén acorde con la certificación ISO que posee la empresa mejorando en todos los aspectos lo que relacionado con la manufactura del acero.

1. MARCO TEORICO

1.1 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

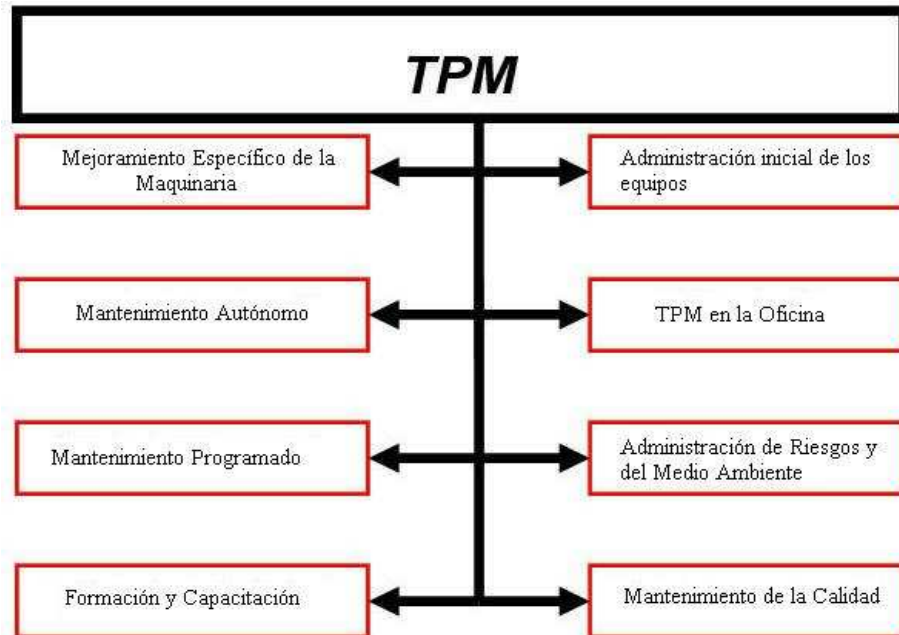
La historia del TPM se remonta a finales de la segunda guerra mundial, cuando los japoneses a base de observación y estudio del funcionamiento de sus industrias, y motivados por la urgente necesidad de hacer renacer su capacidad productiva se dieron a la tarea de crear estrategias que les permitieran hacer una mejor gestión de sus recursos para ser mas eficientes. Fue así como nació el TPM y sus políticas relacionadas (WCM, TQM, etc.) gracias al JIPM y a lo largo de los subsecuentes años numerosas organizaciones tanto a nivel global como local y regional se han sumado a la ola expansiva del mejoramiento continuo y los planes de calidad total.

Es entonces, un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa “El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos”.

Empresas tan exitosas como Chevrolet, Kodak, Tetra Pack, Carvajal S.A. y muchas mas llevan años de adelanto siguiendo estos lineamientos habiendo obtenido muy buenos resultados. Siguiendo este ejemplo es como Sidoc S.A. se ha incorporado de lleno en el mejoramiento continuo debido a ciertos factores que han dejado en evidencia la ingente necesidad de estructurar e implementar las políticas de mantenimiento de origen japonés.

El TPM cuenta con ocho aspectos globales dentro de su filosofía y aplicación, pero por ser un programa tan extenso en su implementación se le han dado prioridad a ciertos puntos por ahora y son los que están siendo desarrollados actualmente, los otros se aplicarán dentro de unos pocos meses cuando el Mantenimiento Autónomo y el mejoramiento específico de la maquinaria se haya aplicado totalmente. Los aspectos de los que se habla se encuentran diagramados en la gráfica (figura 1) y en apartados posteriores se explicará cada uno de ellos en su alcance y su aplicación en la empresa.

Figura 1. Aspectos globales del TPM



Fuente: Ceroaverías [en línea]. Barcelona: Advanced Productive Solutions, 2003. [consultado 12 de noviembre de 2006]. Disponible en internet: <http://www.ceroaverias.com/tpm.ht3.jpg>

1.2 LAS 5'S

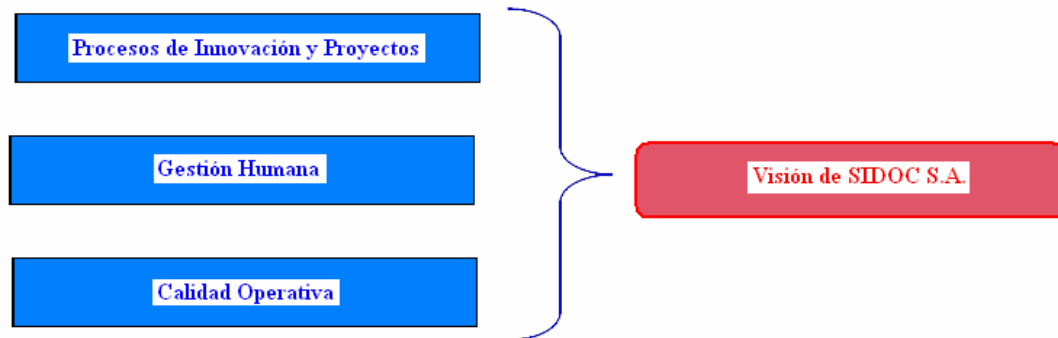
Otro aspecto importante es el método de las 5«S», así denominado por la primera letra (en japonés) de cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples:

- 1.2.1 Seiri (Organización).
- 1.2.2 Seiton (Orden).
- 1.2.3 Seiso (Limpieza).
- 1.2.4 Seiketsu (Limpieza estandarizada).
- 1.2.5 Shitsuke (Disciplina).

La política de las 5'S es uno de los fundamentos auxiliares sobre los que se trabaja en conjunto con el TPM, recalcando esta los aspectos del orden, la normalización, la disciplina, la limpieza y el mejoramiento continuo para producir condiciones de trabajo optimas. Su aplicación es una necesidad cuando se van a implementar programas de mejoramiento continuo como TPM y trabajan en conjunto, produciendo mejoras a nivel operativo y logístico, razón por la cual no se puede dejar de lado en este programa aunque no se trate expresamente de ello.

Con base en lo anterior se han estructurado tres ejes de trabajo principales a seguir para alcanzar los objetivos de calidad propuestos, estando organizados los ejes como se observa en la figura 2.

Figura 2. Estructura de Trabajo hacia Visión Empresarial de SIDOC S.A.



Fuente: Red interna Sidoc S.A.

El fundamento de esta estructura de trabajo se encuentra en la gestión de Operaciones, que busca implementar la misma base de procedimientos para todas las áreas reuniendo la información en una sola fuente para hacer uso de ella al mismo tiempo que se estandarizan procesos y se llevan registros detallados de las eventualidades. Con esto se logra abarcar todos los aspectos operativos importantes de la zona de producción y se puede modificar o reenfocar una política ya trazada, o implementar una nueva siempre en búsqueda de cumplir los puntos planteados en la visión.

El primer aspecto, el de los procesos de innovación y proyectos trata sobre el desarrollo de nuevos productos (platinas y ángulos actualmente) y sobre el diseño e implementación de planes de desarrollo de la infraestructura para mejorar su eficiencia o aumentar la capacidad instalada de los equipos usando adelantos tecnológicos al mismo tiempo que se mejora la calidad de los productos y las operaciones; el aspecto de la gestión humana se refiere a la utilización del compromiso del staff hacia la empresa canalizando ese aspecto hacia programas de mejoramiento de las zonas de trabajo, evaluaciones de desempeño y programas de capacitación continua para incrementar el conocimiento en todos los empleados, todo lo anterior con el fin de crear una cultura de compañerismo y liderazgo entre los diferentes grupos de funcionamiento; el tercer aspecto, el de la calidad operativa incentiva la creatividad en los trabajadores, produciendo una búsqueda continua de soluciones que permitan obtener mejores resultados. Así mismo busca cambiar la forma de pensar de la gente, implementar los cambios diseñados con el mejoramiento continuo y hacer práctico el manejo del conocimiento adquirido en los procesos de gestión humana, para convertirlos en realidad.

1.3 KPI'S

Con la implantación de los nuevos programas de gestión de calidad como el TPM, se han desarrollado unos indicadores clave de desempeño (KPI) que permiten medir el uso y administración de los recursos en las zonas donde se van implementando los programas de mejoramiento. Estos indicadores miden factores tan importantes en la producción que se les dio una acogida inmediata a partir de la implementación del TPM entre los indicadores actualmente manejados en de la empresa. Se manejaran variables relacionadas con:

- Costos
- Productividad
- Desperdicio
- Personal
- Efectividad global de los equipos
- Accidentes

Con base en los KPI's planteados se establecerán objetivos anuales que deben ser cumplidos por las zonas donde se aplique el TPM. Además, con el objetivo de trazarse y cumplir unas metas contenidas en la visión de la empresa se han propuesto una serie de objetivos generales estratégicos a lograr completamente en las zonas donde se implemente el TPM, los cuales son:

- Desarrollar capital humano capacitado, capaz y responsable.
- Minimizar o eliminar los riesgos medioambientales y ocupacionales
- Disminuir los costos de producción.
- Lograr producir acero de óptima calidad.
- Fomentar la creatividad y participación en busca de mejoras continuas.

Tabla 1. KPI's de Sidoc S.A. desde 2006 hasta finales de 2007

Indicador	Unidad	Cálculo	Parcial 2006	Objetivo 2007
OEE	%	$\%Calid. \times \%Product. \times \%Disp.$	77,68	80
Accidentalidad	#	<i>Cant. Accidentes</i>	10	5
Desperdicio	%	$(Cant. Desperdic \times 100) / Producc$	11,2	10,4
AOV	#	<i>Costos / Producción</i>	326.737	315.000
Sugerencias	#	<i>Cant. Sugerencias</i>	25	38
Productividad	%	$(Ritmo Func. / Ritmo Diseño) / 100$	93,03	95

Fuente: Red interna Sidoc S.A.

Los KPI de los que se ha hablado se muestran en la tabla 1 y complementan los objetivos anteriores, algunos de ellos ya se llevan actualmente y desde hace tiempo, otros se implementarán de ahora en adelante y son los siguientes:

1.3.1 OEE, Eficiencia general del equipo (Overall Equipment Effectiveness). Es una medida porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial y el impacto total que causan la calidad, productividad y disponibilidad en el desempeño de una máquina. Por ser un índice bastante significativo compuesto de múltiples datos se analizan independientemente cada uno de sus componentes y luego se multiplican entre ellos para obtener un número final. Tanto cada uno de ellos como el final se manejan en forma porcentual, y se calcula el OEE y sus componentes en cada máquina y seguidamente se promedia para obtener la medición total del área de laminación.

- Disponibilidad del equipo. La cantidad del tiempo disponible que en efecto es pasado en la producción. El porcentaje de disponibilidad se halla con base en la programación de producción en la zona de laminación. Contabilizando el tiempo no laborado debido a paradas se le resta al tiempo de producción programado inicialmente y se obtiene el tiempo que es realmente usado en producir perfiles laminados.

- Productividad. El ritmo a que el equipo funciona comparado con su velocidad diseñada. Para obtener el porcentaje correspondiente a la productividad se hace uso de manuales del fabricante, instructivos y catálogos, o en su defecto se usan los valores más altos de funcionamiento registrados en la máquina correspondiente cuando no exista la documentación correspondiente. Igualmente se toman los valores de funcionamiento actuales de las mismas máquinas usando las estadísticas de producción y mediciones directas en las máquinas. Dichos valores son comparados entre sí y se saca un porcentaje de productividad de la máquina.

- Calidad. Es la proporción de los bienes buenos que son fabricados. El porcentaje de la calidad se calcula restándole al 100% de acero que es producido, aquel porcentaje del que se habla en el desperdicio total

1.3.2 Accidentalidad. Mide la cantidad de accidentes que se presentan en una determinada área por mes. Este indicador sencillamente muestra la peligrosidad de la zona y una menor accidentalidad se traduce en mejores y más seguras condiciones de trabajo. Analizando las características individuales de los accidentes se pueden obtener datos secundarios de gran importancia

como el número de días u horas-hombre perdidas y el costo que esto le ha representado a la empresa.

1.3.3. Desperdicio total. Es la cantidad de materia prima que se pierde durante todo el proceso, ya sea en producto que no cumple los estándares de calidad al final del ciclo de laminación o en material defectuoso o desechado en los procesos intermedios, justo antes de terminar el proceso. Se mide en porcentaje, siendo su número la cantidad de material desperdiciado con respecto a la producción total que se ha laminado.

La base para medir el desperdicio total es la cantidad de material producido en el área de laminación que no ha cumplido las normas de calidad al resultar inconforme y que debe ser reprocesado de nuevo. Se lleva una cuenta mensual tanto de palanquilla como de varilla relamida y con otros defectos, usando esa cantidad se calcula el porcentaje de material desperdiciado con respecto a la producción total de ese mes.

1.3.4 AOV, Valor unitario operacional (Added Operational Value). Es un indicador que mide el costo unitario de producción de una tonelada de acero. Se basa en los precios del mercado de los bienes e insumos así como en los costos de producción adicionales del acero, pero también refleja la eficiencia de la maquinaria de laminación en general.

Por ser un valor unitario, se usan los valores proporcionados por el área de mantenimiento y se halla dividiendo los costos de procesamiento de la línea uno en el volumen total producido en la línea uno por cada mes. Los valores obtenidos evalúan el costo de producción de una cantidad unitaria de acero y los costos de procesamiento incluyen los costos de mantenimiento, costos de producción y gastos de nómina.

1.4. PROCESO DE LAMINACIÓN EN EL TREN #1 DE SIDOC S.A.

La constitución física del tren de laminación es básica. Cuenta con un horno de calentamiento de palanquilla que funciona con crudo de castilla como combustible y otro horno de mayor capacidad que hace combustión de gas, donde se calientan hasta 850° C aproximadamente unas barras de acero de 10x10 cm. De sección transversal y de 1.5 m de longitud. Seguidamente hay dos trenes de laminación en tándem, uno que es llamado Tren 450 y el otro, Tren 250, haciendo referencia respectivamente al diámetro de sus rodillos. Cada uno de esos trenes cuenta con varias cajas de laminación, en donde se encuentran ubicados los rodillos por los cuales hacen varias pasadas los cobs o cuerdas de acero continuo a altas temperaturas que provienen de los

hornos de calentamiento. También cuentan los trenes con diferentes cizallas en el medio del proceso y con dobladoras, máquinas hidráulicas auxiliares que guían el retorno y la transición de la punta del coque desde y hacia otras cajas en el mismo tren. Después de 7 pasadas por la primera caja del tren 450 una dobladora guía la punta hacia la segunda y tercera caja, para luego conducirse el coque hacia la primera caja del Tren 250 y dependiendo del diámetro de las varillas a producir se intercalan las pasadas por las diferentes cajas.

La línea de laminación cuenta con sus respectivos caminos de rodillos, mesas basculantes y auxiliares de rodillos conductores así como una mesa de enfriamiento donde es cortada y enfriada la materia prima en longitudes de 18 o 24 m y que es accionada por un sistema de levas y guías fijas y móviles. Por último hay una mesa de corte y amarre donde se corta con la una cizalla la longitud larga en secciones mas cortas de 6, 9 o 12 m, y se amarran las varillas en paquetes según su peso y diámetro.

2. ANTECEDENTES DEL MANTENIMIENTO DE SIDOC S.A.

Con el fin de ser mas competitivo en el reñido mercado actual, la empresa se ha visto obligada a reducir los costos de operación al mismo tiempo que produce acero de calidad sismorresistente, por lo que ha surgido progresivamente la necesidad de atacar los costos haciéndolos efectivos a largo plazo implementando el mantenimiento y la operación a lo largo de todo el ciclo de vida y no haciéndolo exclusivamente en el diseño e implementación inicial, como se hacía anteriormente.

La necesidad de implementación de políticas de calidad surgió inicialmente de manera desigual, planteándose sistemas de PM desde hace mas de 15 años con la estandarización y desarrollo de actividades de mantenimiento que tenían como finalidad el disminuir las paradas no programadas, aunque no necesariamente eso haya reducido del todo la cultura de “apagar incendios”. A pesar de la organización progresiva que se ha llevado con el mantenimiento es evidente que ello no es suficiente para mantener la operación del sistema a su máxima capacidad, por lo que surge la política de las 5'S, aplicada inicialmente al área de acerías y extendido posteriormente a casi todas las zonas de la empresa.

Actualmente está en pleno funcionamiento un Programa de PM (mantenimiento programado o preventivo), pero aún así se han detectado insuficiencias causadas al pasar por alto averías, retrasos y problemas que surgen a diario en la relación hombre-máquina y que se van acumulando hasta el punto crítico en el cual la máquina o sus componentes se dañan permanentemente haciendo necesarias grandes sumas de dinero y tiempo para solucionar el problema. Aparte de eso, las labores de mejoramiento continuo se encuentran un poco descentralizadas y a la falta de un lineamiento central que las rija, terminan primando más a veces los intereses por conservar la producción a cualquier costo sacrificando actividades básicas ya programadas. Es común observar a operarios y mecánicos en constante disputa ante los fallos que aparecen, diciendo unos que es por culpa del mal mantenimiento que le hacen a las máquinas y los otros que es a causa del mal manejo de los equipos. Se evidencia una separación imaginaria de las labores de operación y mantenimiento de las máquinas, limitándose los operarios a sus funciones y los mecánicos y eléctricos al mantenimiento o reparación de fallas.

Como antecesor del Programa de TPM en Sidoc se originó hace más de 2 años un Programa de 5'S con el fin de impulsar el mejoramiento continuo en la planta y actualmente hay grupos y objetivos establecidos desarrollando esa actividad tan importante para el funcionamiento de los demás pilares del

mantenimiento productivo total. En la fase actual de desarrollo del TPM y trabajando en conjunto con las cinco eses se llevó a cabo el Programa Piloto de Implementación del TPM en la línea uno de laminación contando con cuatro pasos básicos que se siguieron para poner en marcha el proyecto y que se explicarán más adelante. En el anexo 1 se ilustra la cartelera usada para registrar los progresos de este programa.

Como conclusión de ese programa de 5'S los logros alcanzados parcialmente han sido buenos aún cuando algunos de los aspectos mas relevantes del programa de las 5'S han ido en declive, se dio la concientización de que esto no era del todo suficiente y por tal razón se dio inicio al programa de TPM que se desarrolla actualmente, el cual pretende abarcar todas las actividades ya realizadas y otras a realizar dentro de un esquema general que guíe todos los aspectos del mejoramiento continuo por un mismo camino.

El desarrollo de este proyecto se da por la necesidad de estructurar e implementar el Programa de TPM con los pilares faltantes, pues hasta hace 2 años no había sido implementado ningún programa que impulsara las políticas de calidad cuando se dio inicio al Programa de las 5'S el cual implicó toda la planta. Sumado a otras políticas de PM ya se han hecho algunos avances en cuanto al mejoramiento continuo, pero no se había estructurado ni organizado la forma de hacer de este un proceso que abarcara todos los aspectos posibles siguiendo un camino definido. Es así como se decidió enfocar las actividades de mejoramiento aplicadas actualmente al TPM y llenar los espacios faltantes con los pilares adicionales.

Es entonces ahora cuando mas se necesitaba el TPM y el Mantenimiento Autónomo, para corregir esos síntomas de deterioro progresivo y con la actual implementación de este programa se logrará uno de los objetivos principales actualmente aparte del de reducir costos operativos, y es el reducir al máximo las paradas no programadas.

Basándose en la metodología aplicada a otras empresas y en la misma empresa por el Centro Nacional de Productividad, y haciendo uso de herramientas propias se estructuró y adaptó un sistema personalizado de aplicación del TPM en una de las zonas neurálgicas en la planta. Ante la dificultad que implica el cambiar la mentalidad de los involucrados y el desafío de enfocar los esfuerzos de todas las personas que trabajan en pro del desarrollo del TPM se ha trabajado estrechamente con el personal de recursos humanos y el personal encargado de mantener la estructura de las 5'S, partiendo de distribuciones organizacionales prefabricadas y dándoles nuevas herramientas de trabajo.

3. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO DEL MANTENIMIENTO DEL AREA DE LAMINACIÓN

El área de laminación es una de las zonas neurálgicas de la planta junto con acerías, pues sobre ellos recae en su mayor parte la responsabilidad de la producción y procesamiento de materia prima. Actualmente SIDOC S.A. cuenta con dos trenes de laminación, teniendo infraestructuras físicas bastante similares entre sí, pero siendo ligeramente más moderno y tecnificado el tren # 2 por tener haber sido puesto a funcionar más recientemente que el tren #1 sobre el cual se trabajará en este proyecto de pasantía. Con base en las máquinas instaladas en esa sección se hace uso de un aparato productivo cuyo objetivo es laminar acero con la mejor calidad posible y con el menor tiempo de paradas necesario, pues actualmente existen 3 turnos que laboran las 24 horas del día en la fábrica.

Se hizo un diagnóstico estratégico inicial de tipo estadístico y cualitativo de la zona de laminación en la que se iba a aplicar el proyecto. La plataforma de sistemas jugó un papel fundamental en el diagnóstico pues la mayoría de los datos empleados para hacer las estadísticas se tomaron de las bases de datos y registros computacionales de producción y mantenimiento de laminación. Se construyeron unos nuevos indicadores los cuales se encuentran listados y explicados en los KPI's del marco teórico, y que estuvieran acorde con el programa de TPM partiendo de algunos de los indicadores ya manejados en las mediciones internas de la empresa y los cuales se listan a continuación:

- Toneladas de palanquilla laminadas
- Toneladas de producto terminado
- Palanquillas/hora neto y bruto
- Porcentaje de Improductividad
- Toneladas producidas al día y por hora
- Galones/tonelada de crudo usado
- Desperdicio de palanquillas

Como primer paso fundamental, antes de hacer el diagnóstico estratégico se procedió a hacer un listado o inventario de todas las máquinas involucradas en el proceso de laminación del Tren #1, sub categorizándolas por secciones y tabulándolas. Posteriormente se usó esa información con otros fines de normalización y tecnificación que se explicarán mas adelante, pero el objetivo primordial de esta actividad de inventariado era el conocer con qué se contaba realmente en la zona y cuales eran todos los equipos que se debían involucrar en el TPM, ya que no existían registros detallados de las maquinas que

funcionan en el proceso de laminación. El listado obtenido es el que se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Máquinas y equipos presentes en el Tren # 1 de laminación en SIDOC S.A.

AREA	MAQUINA	CODIGO TPM
LAMINACION 1	MOTOR REDUCTOR CAMINO AUXILIAR DE RODILLOS	001
	TROQUELADORA CORTE OVALO GHENECTADY N.Y U.S.A	002
	ENCHIPADORA	003
	DOBLADORAS 1, 2 Y 3	004
	CIZALLA BLUG	005
	CIZALLA DE DESPUNTE	006
	MOTOR AUXILIAR CENTRALINA CIZALLA SIEMENS	007
	MOTOR PRINCIPAL ERCOLEMARELLI CENTRALINA CIZALLA SIEMENS	008
	CIZALLA GELMAN VOLANTE.	009
	MOTOR REDUCTOR CAMINO DE RODILLOS	010
	CIZALLA CORTA COLA GELMAN	011
LAMINACION 1 TREN 450	MOTOR GENERAL ELECTRIC SYNCHRONOUS.	012
	REDUCTOR WESTINGHOUSE	013
	BOMBA DE LUBRICACION	014
LAMINACION 1 TREN 250	MOTOR JOLIET EQUIPMENT CORPORATION.	015
	REDUCTOR TPNM TAMETAL TRANSMISION DE POTENCIA S.A	016
	BOMBA DE LUBRICACION REDUCTOR	017
	MOTOR VENTILADOR N°3 LINCOLN	018
	VENTILADOR IAP INDUSTRIA AIR PRODUCTS	019
	BOMBA DE LUBRICACION.	020
	MOTOR CIZALLA CORTA COLA	021
LAMINACION 1 MESA FIJA	MOTOR REDUCTOR CENZE. CAMINO DE RODILLOS	022
	MOTOR REDUCTOR CAM. CAMINO DE RODILLOS	023
	MOTOR REDUCTOR SIEMENS. CAMINO DE RODILLOS	024

Fuente: Red Interna SIDOC S.A.

Otro punto a destacar fue la medición puntual de los elementos de máquinas involucrados en el sistema de laminación. Específicamente motores, reductores, cajas de engranajes, ventiladores y dispositivos mecánicos que hacen parte del Tren #1. Las mediciones que se tomaron registraron datos como la velocidad rotativa o lineal en la mayoría de los casos o presiones manométricas, y se registraron los datos de funcionamiento reales de cada una de las máquinas.

En resumen, el estudio de diagnóstico estadístico de las máquinas y sus procesos se hizo para obtener una descripción del funcionamiento actual del sistema de laminación usando las bases de datos que se manejan en el área de mantenimiento y la información impartida por operarios e ingenieros encargados. También, la enumeración de los KPI's o indicadores de eficiencia de esta zona se hicieron con el objetivo fundamental de tenerlos en cuenta en programas futuros de mejoramiento continuo y para facilitar la evaluación del funcionamiento de una máquina o su sector respectivo en este Programa de TPM.

Adicionalmente se hizo un corto análisis financiero de los gastos y compras de la zona del Tren 1 de laminación detallando actividades específicas y luego globales para complementar esos resultados con los del análisis estadístico y formular adecuadamente indicadores tan importantes como el AOV.

El diagnóstico estratégico se formuló tomando toda la información concerniente al periodo productivo de Julio a Diciembre de 2006 en la zona de laminación. Se elaboró un detallado informe el cual fue presentado a la gerencia administrativa de la empresa y cuyos resultados más concluyentes son los que se presentan

3.1 ACCIDENTALIDAD

Los resultados demuestran que esta zona junto con la de acerías es una de las más peligrosas de la planta. Con un total de 10 accidentes en el segundo semestre de 2006 tenemos un promedio de 1.6 accidentes al mes, lo que es bastante alto si se compara con otras áreas. Aunque muchos de los accidentes no fueron graves y su costo poco representativo en dinero, lo que sí importa es el tiempo dejado de laborar, que se traduce en horas-hombre perdidas y en dinero de proceso que se deja de producir, además del núcleo cesante del trabajador. El tiempo de 120 días no trabajados equivale a tener a un empleado 4 meses sin laborar en la planta pero recibiendo su nómina. Lo anterior requiere una solución ya que no afecta tanto la pérdida monetaria sino la eficiencia del aparato productivo al faltar operarios a sus labores. En la tabla 3 se muestra el comportamiento de los accidentes y se detallan sus pérdidas correspondientes.

Tabla 3. Consecutivo de accidentalidad julio – diciembre de 2006

No.	MES	DIAS PERDIDOS	COSTO DEL ACCIDENTE
1	Julio	0	0
2	Agosto	30	191.396
3	Agosto	7	59.609
4	Agosto	15	190.121
5	Agosto	20	176.000
6	Septiembre	3	47.914
7	Octubre	1	46.172
8	Octubre	30	270.741
9	Noviembre	2	56.655
10	Noviembre	10	126.553
11	Noviembre	3	61.615
12	Diciembre	0	0
	TOTAL	121	1'226.776

3.2. DESPERDICIOS

Las cifras de desperdicio total son un poco más específicas y denotan unos bajos porcentajes de pérdidas, aún así el desperdicio en el segundo semestre fue de 370 toneladas de acero. Aunque mucho de ese material se recupere remanufacturándolo o dándole otros usos, el hecho de haber pasado por la cadena productiva implica pérdida de tiempo y dinero que han sido ya invertidos en el producto. Partiendo del precio promedio del acero el año pasado fue de \$1'531.831 por tonelada se tiene que por concepto de desperdicio se perdieron aproximadamente \$566'777.470 netos en el segundo semestre. A esta cifra se le descuenta la cantidad que se recupera por venta de cobles a otra empresa perfiladora llamada Laminamos, y la cantidad que se recupera por material que se vuelve a fundir.

Tabla 4. Consecutivo de desperdicios julio – diciembre de 2006

Mes	% Desperdiciado	Producido (ton)	Perdidas (ton)
Julio	1,2	3952	47
Agosto	2,5	4448	111
Septiembre	1,9	4007	76
Octubre	1,4	4032	56
Noviembre	1,5	3476	52
Diciembre	2,7	1032	28
Promedio	1,87	3491,17	61,67
TOTAL	11,2 %	20947 Ton	370 Ton

3.3 OEE, EFICIENCIA GENERAL DEL EQUIPO (OVERALL EQUIPEMENT EFFECTIVENESS)

Al hacer el análisis descrito con anterioridad acerca del OEE se obtiene un resultado del 77.6 %, lo que indica que la confiabilidad en el sistema no es tan completa y que la maximización del uso de los diferentes equipos se encuentra todavía por lograrse. Sin embargo, el resultado anterior puede explicarse sencillamente por las condiciones de productividad de las diferentes secciones de la fábrica, ya que al ser todas las áreas sistemas en cadena y no pequeñas islas con inventario de materia prima independiente, se da constantemente el fenómeno de que la falla en una máquina reduce la productividad de las demás pues el comportamiento es el de un sistema interconectado.

Tabla 5. Consecutivo de OEE julio – diciembre de 2006

Indicador	Valor
Calidad	98,13%
Disponibilidad	85,10%
Productividad	93.03%
OEE	77.68 %

3.4 CALIDAD

La calidad se encuentra bastante alta como lo indican sus valores, esto gracias a los programas de estandarización y mejoramiento continuos desarrollados actualmente, el porcentaje de calidad es del 98.13 % y sólo en agosto y diciembre se dieron bajas poco significativas de la calidad, una cifra bastante alta total que demuestra que el producto manufacturado actualmente cumple en su mayoría los requerimientos satisfactoriamente.

Tabla 6. Consecutivo de calidad julio – diciembre de 2006

Mes	% Desperdiciado	% Calidad
Julio	1,2	98,8
Agosto	2,5	97,5
Septiembre	1,9	98,1
Octubre	1,4	98,6
Noviembre	1,5	98,5
Diciembre	2,7	97,3
TOTAL CALIDAD		98,13 %

3.5 DISPONIBILIDAD

La cifra de disponibilidad es bastante baja, siendo de 85,1 %, y se observa que sumando la cantidad de horas paradas en el segundo semestre de 2006 se obtiene un resultado de 407 horas. Esto quiere decir que totalizando y resumiendo, durante un periodo de 17 días la sección de laminación estuvo detenida las 24 horas por diferentes causas entre julio y diciembre del año pasado teóricamente, y haciendo cuentas y tomando como base estadísticas promedio podemos decir que se dejaron de producir durante ese periodo de parada una cantidad aproximada de 1.916 toneladas de acero, que en dinero es una cantidad de aproximadamente \$2.935'196.695 pesos, lo que representa una pérdida por falta de producción.

Tabla 7. Consecutivo de disponibilidad julio – diciembre de 2006

Mes	Horas Programadas	Horas Paradas	% Disponibilidad
Julio	482	62,9	87
Agosto	605	101,3	83,3
Septiembre	580	82,7	85,7
Octubre	512	75	85,4
Noviembre	439	61,2	86,1
Diciembre	144	24	83,3
Promedio	460,33	67,85	85,13
TOTAL DISPONIBILIDAD			85,1 %

3.6 PRODUCTIVIDAD

En los equipos analizados en el indicador de productividad se puede ver que la mayoría de ellos apenas presenta una desviación de funcionamiento con respecto a sus funciones originales. Esto se pudo observar sobre todo en los motores, que presentan los valores más altos de productividad a pesar de su continuo uso y de ser los equipos que trabajan a mayor velocidad. Los otros equipos también presentan valores bastantes aceptables aunque no ideales pues algunos no llegan al 95%, sin embargo el análisis se centra en el estado de los reductores. En estos equipos fue donde se presentaron los valores más altos de improductividad.

Debido a la gran cantidad de componentes y su complicado funcionamiento interno se puede estar manifestando este comportamiento, lo que hace necesaria una revisión detallada de las condiciones actuales de trabajo de dichos equipos dada su importancia y la condición que no deben estar por arriba o debajo de sus valores normales de funcionamiento.

Tabla 8. Consecutivo de productividad julio – diciembre de 2006

Tipo de Equipo	Ritmo de Diseño	Ritmo de Funcionamiento	Productividad
Motores Camino de Rodillos	1795 rpm	1792 rpm	99,83
Motorreductores Camino de Rodillos	10,7:1	12,38:1	84,30
Motor Tren 250	887 rpm	850 rpm	95,83
Motor Tren 450	720 rpm	712 rpm	98,89
Reductor Tren 250	3,03:1	2,87:1	94,72
Reductor Tren 450	5,2:1	4.3:1	82.69
Caja de Piñones	330 rpm	296 rpm	89,70
Motores Centralinas	1780 rpm	1744 rpm	97,98
Motores Cizalla Blug	455 rpm	425,5 rpm	93,41
PRODUCTIVIDAD NETA LINEA 1			93.03 %

3.7 AOV, VALOR UNITARIO OPERACIONAL (ADDED OPERATIONAL VALUE).

Como este indicador es un estimativo de lo que cuesta producir la cantidad mes a mes se evaluaron costos y producción total. Se puede ver que en diciembre se incrementó el gasto total, debido a que es un mes donde se hace mantenimiento general y aumenta la cantidad de insumos requeridos, disminuyendo la productividad por las actividades de mantenimiento y la cantidad de personas trabajando en esta área.

Analizando los datos proporcionados por el AOV observamos un aumento de más del 300% en el mes de diciembre con respecto al promedio de los otros meses, pero esto se debe a la combinación de baja en la productividad y aumento de demanda de insumos para mantenimiento. Se puede concluir que a pesar de que el AOV promedio se haya incrementado dramáticamente hasta \$324.737 pesos por tonelada debido a diciembre, en realidad el AOV promedio oscila alrededor de \$36.200 pesos por tonelada bajo condiciones de funcionamiento normales y excluyendo épocas especiales como diciembre.

Tabla 9. Consecutivo de AOV julio – diciembre de 2006

Mes	Gasto Insumos	Gasto Nómina	Total Gastos (Nómina + Insumos)	Producción Ton	AOV
Julio	59.447.464	79.104.121	138.551.585	3.952	35.059
Agosto	66.708.479	79.724.850	146.433.329	4.448	32.921
Septiembre	54.264.109	82.668.005	136.932.114	4.007	34.173
Octubre	77.055.946	87.982.572	165.038.518	4.032	40.932
Noviembre	59.295.306	72.465.562	131.760.868	3.476	37.906
Diciembre	85.599.235	62.746.556	148.345.791	1.032	143.746
Totales	402.370.537	464.691.664	867.062.205	20.947	324.737

3.8 ANÁLISIS FINANCIERO

Se observa que la categoría de materiales y repuestos es la que mas recursos demanda, y haciendo un estudio más detallado se evidencia que los repuestos varios, categoría que contempla a las reparaciones llevadas a cabo en las máquinas es la mas representativa con el 33% de consumo, lo que demuestra un alto consumo de recursos en reparaciones que podría verse disminuido si se mejoraran las condiciones básicas de funcionamiento de los equipos.

Tabla 10. Consecutivo Financiero julio – diciembre de 2006

Concepto	Cantidad \$	Porcentaje
Materiales y Repuestos	362.590.452	75,4
Combustibles y Lubricantes	94.720.251	19,7
Seguridad Industrial	8.656.482	1,8
Herramientas	8.611.771	1,8
Equipos	6.538.979	1,4
Total	481.117.935	100

Tabla 11. Detalle financiero materiales y repuestos julio – diciembre de 2006

Concepto	Cantidad \$	Porcentaje
Repuestos Varios	194.070.054	33
Bronces Hierros y Aceros	137.213.647	23
Eléctricos	95.077.052	16
Rodamientos	47.952.777	8
Repuestos Mecánicos	36.618.396	6
Materiales Varios	25.581.513	4
Insumos Varios	14.054.699	2
Insumos Revestimiento Refractario	11.526.559	2
Mangueras	9.842.301	2
Tuberías y Galvanizados	8.746.189	1
Reparaciones Locativas	7.780.631	1
Tornillería	7.340.972	1
Soldaduras	6.353.983	1
Bandas	4.060.464	1

3.9 FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Durante el proceso del diagnóstico estratégico en la zona de laminación, por medio del análisis de las condiciones de funcionamiento y administración de los recursos fueron detectadas varias oportunidades de mejora que junto con los indicadores mencionados, ayudan a obtener una idea del estado actual del área de trabajo y brindan una guía sobre los aspectos que van por buen camino y se deben resaltar (fortalezas) o los aspectos que deben ser cambiados o reenfocados según su caso (debilidades).

3.9.1 Fortalezas. Se presentan los puntos a favor que posee Sidoc S.A. como empresa.

- SIDOC S.A es una empresa Vallecaucana con 30 años de antigüedad en el sector siderúrgico, lo que hace acreedora de una amplia y variada experiencia en la elaboración y transformación de productos de acero estructural y de ornamentación.

- La estructura de toma de decisiones y acciones funciona de manera centralizada en su mayoría lo que permite que no se pierda información en extensos canales comunicativos y que se puedan manejar desde la alta gerencia casi todos los aspectos de funcionamiento de la planta.

- Existe un sólido compromiso de mantenimiento preventivo o PM, funciona con relativo éxito desde hace más de quince años lo que ha permitido que se perfeccionen y se organicen cada vez mejor las actividades programadas al mismo tiempo que supone un óptimo conocimiento del programa desde los operarios hacia los ingenieros y las directivas.

- Actualmente y con motivo de la Certificación ISO 9001 versión 2000 de la compañía, se hace un seguimiento detallado en formatos escritos y con registros magnéticos de toda la información concerniente a la producción, pero sobre todo de las actividades de mantenimiento y reparación que se realizan en la planta. Esto permite contar con información concisa y precisa de mantenimiento.

- Se esta aplicando el Programa de TPM y Mantenimiento Autónomo en la empresa como una respuesta a la necesidad de hacer cumplir el Mejoramiento Continuo contemplado en la visión y la política de calidad de SIDOC S.A.

- Los indicadores del desempeño de tren No 1 son buenos en general con índices de calidad y productividad superiores al 90%, lo que muestra un funcionamiento del aparato productivo más alto que el aceptable.

- Filosofías análogas al TPM como las 5'S ya han sido completamente asimiladas por los trabajadores debido a su antigüedad, por lo que no es ajeno a ellos las políticas de gestión de mantenimiento y un plan como el de TPM sería fácilmente aceptado e implementado por ellos.

3.9.2 Debilidades. Se presentan los puntos desfavorables que requieren corrección.

- La mayoría de las máquinas y equipos que existen en laminación son bastantes antiguos, teniendo trenes abiertos que funcionan a 5 m/s cuando el estándar se encuentra en 100 m/s para cajas de laminación. La capacidad productiva se ve limitada por la baja inversión y disponibilidad de los mismos.

- Hasta hace unos meses no se había desarrollado ningún programa de capacitaciones o entrenamientos en los trabajadores, lo que hacía que todo el conocimiento que adquirirían los empleados proviniera de fuentes externas o de la experiencia propia en la fábrica.

- No existía hasta hace poco ningún registro especializado de las máquinas y equipos existentes, sus características y cantidades en el área de laminación, por lo que al no saber con que se cuenta con exactitud se trabaja con datos al criterio e imaginarios del personal en los Programas de PM y sus complementos.

- La mentalidad existente hasta el momento en la planta en general no favorece el trabajo en equipo, por cuanto es la de la especialización en labores, asignándole a cada empleado de la planta una serie de actividades en particular y aislándolo de cualquier otro trabajo que no tuviera nada que ver con lo asignado. Esto desencadena como consecuencia una falta de integración de las operaciones y una dependencia inherente sobre el reducido personal de mantenimiento.

- El programa de mantenimiento planificado está diseñado para ser aplicado de una forma que no es completamente efectiva, por lo que muchas de las actividades programadas para realizarse en las máquinas se aplazan irremediabilmente ante la falta de personal supernumerarios, la poca

disponibilidad de tiempo o la cantidad de actividades pendientes que están acumuladas y tienen una urgencia mayor.

- Es evidente la necesidad de integrar a los operarios en el mantenimiento de las condiciones básicas de funcionamiento de las máquinas y las actividades básicas de mantenimiento preventivo ante la falta de tiempo del personal mecánico y eléctrico, necesidad que se manifiesta en el deterioro progresivo de los equipos y las continuas averías en componentes básicos del sistema de laminación. El Mantenimiento Autónomo es necesario hoy más que nunca.

- Actividades como las 5'S y otras iniciativas de Mejoramiento Continuo se encuentran parcialmente ejecutadas sobre todo en el área de laminación. Además existen carencias en las actividades de mantenimiento y no se tienen en cuenta muchas de las necesidades de conocimiento y sugerencias de los operarios.

- Existen iniciativas encaminadas a solucionar algunos de esos aspectos, pero al actuar independientemente entre sí se presenta una descoordinación de objetivos y una falta de organización de lo que se hace. Es necesario un programa que encamine y coordine estas actividades adicionándole algunas más para llevar todo en busca de unos mismos objetivos enfocados hacia las políticas de calidad y de mejoramiento continuo, y el TPM se presenta como tal.

4. FORMULACION DEL PROGRAMA DE TPM PARA EL AREA DE LAMINACION SIDOC

Para implementar el programa de TPM en el Tren 1 de laminación se tuvieron en cuenta parámetros que permitieran la aplicación correcta de variables y actividades según lo han hecho empresas pioneras. Estos parámetros están basados en los nueve pilares del TPM y hacen uso de ocho actividades fundamentales que se explicarán en este apartado, pero como estructura general se siguieron los pasos recomendados por el JIPM para introducir un programa de este tipo en una empresa. Se listan en la tabla 12 los pasos seguidos y recomendados para un programa de TPM.

Tabla 12. Pasos para la aplicación del TPM

	Paso	Puntos Clave
PREPARACIÓN	1. Anuncio formal de la decisión de introducir el TPM	La alta dirección anuncia su decisión y el programa de introducción del TPM en una reunión interna; publicidad en revista de la empresa, etc.
	2. Educación introductoria sobre TPM y campaña de publicidad	- Dirección superior: grupos de formación para niveles específicos de dirección - Empleados: cursos, diapositivas, ejemplos, etc.
	3. Crear una organización para promoción interna del TPM	- Comité de dirección y subcomités especializados - Oficina de promoción del TPM
	4. Establecer los objetivos y políticas básicas TPM	- Establecer líneas de actuación estratégica para prever efectos
	5. Diseñar un plan maestro para implantar el TPM	Desde la fase de preparación hasta la postulación para el premio PM ¹²
INTRODUCCIÓN	6. Introducción lanzamiento del proyecto empresarial TPM	Invitar a clientes, filiales y subcontratistas
IMPLEMENTACIÓN	7. Crear una organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción	Perseguir hasta el final la eficacia global de la producción
	7-1 Realizar actividades centradas en la mejora	Actividades de equipos de proyectos y de pequeños grupos en puntos de trabajo
	7-2 Establecer y desplegar programa de mantenimiento autónomo	Proceder paso a paso, con auditorías y certificando la superación de cada paso
	7-3 Implantar programa de mantenimiento planificado	- Mantenimiento correctivo, con parada y predictivo
	7-4 Formación sobre capacidades para mantenimiento y operación correctos	Educación de líderes de grupo que después forman a miembros de grupos
	8. Crear sistema para gestión temprana de nuevos equipos	Desarrollar productos y equipos fáciles de usar y mantener
	9. Crear un sistema de mantenimiento de calidad	Establecer, mantener y controlar las condiciones para el cero defectos
	10. Crear un sistema administrativo y de apoyo eficaz TPM en departamentos directos	- Incrementar la eficacia de los departamentos de apoyo a producción - Mejorar y agilizar las funciones administrativas y el entorno de oficinas
	11. Desarrollar un sistema para gestionar la salud, seguridad y entorno	Asegurar un entorno de trabajo libre de accidentes y polución
CONSOLIDACIÓN	12. Consolidar la implantación del TPM y mejorar las metas y objetivos generales	- Postular para el premio PM - Contemplar objetivos más elevados

Fuente: JIPM. TPM en industrias en Proceso. Madrid: TGP Hoshin, 1995. p. 9.

Por ser este un proyecto de resultados a largo plazo que es un poco difícil de completar totalmente en el corto tiempo de esta pasantía, el enfoque principal se le dio a los pasos de preparación, introducción e implementación, teniendo esta última una aplicación parcial por motivos que ya fueron explicados anteriormente.

La ventaja de los pasos de preparación fue que algunos de ellos ya se habían realizado gracias a que poco tiempo antes de que se presentara la solicitud de estudiante en pasantía se habían detectado algunas de las carencias presentadas en las debilidades y se había hecho cierta planeación en ese aspecto. Solo fue necesaria cierta educación introductoria sobre los objetivos y forma de implementación del TPM y se les dio en su mayoría a los empleados del área administrativa (gerentes, jefes de área e ingenieros de proceso). Se creó una pequeña organización para impulsar el programa y como los objetivos y políticas básicas ya estaban parcialmente planteados solo hubo necesidad de diseñar el plan maestro en el cual se decidió cuales de las actividades básicas del TPM iban a ser aplicadas.

La parte introductoria se trató no con filiales y subcontratistas sino que se aplicó con el resto del personal operativo involucrado en el área que faltaba por ser inducido (operarios, contratistas y empleados de mantenimiento). Los trabajadores implicados en esta fase fueron todos los relacionados directa o indirectamente con esta área y se muestran en la figura 3.

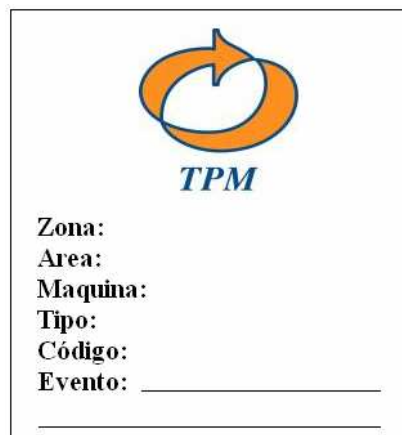
Figura 3. Staff involucrado en la introducción del TPM en laminación.




Fuente: Japan Institute of Plant Maintenance [en línea]. Japon: JIPM, 1998. [consultado 25 de noviembre de 2006]. Disponible en internet: http://www.jipm.or.jp/en/index/Hva%20er%20TPM_1_Alle.JPG – SIDOC S.A.

En los pasos de la implementación ya la organización encargada de maximizar la producción estaba formada, por lo que las actividades centradas en la mejora fueron las que se tomaron en cuenta. Se crearon etiquetas de TPM, una serie de recordativos de papel que se colocan en las máquinas sobre o cerca de un área afectada por deterioro o defectuosa, que permanece puesta hasta que se solucione el problema y que además de recordar se usaron para identificar y diagnosticar los problemas presentes en las máquinas y así empezar las labores centradas en la mejora (ver figura 4) Luego de esto se dio inicio al programa de Mantenimiento Autónomo donde se empezó a capacitar a los operarios y para mejorar el programa de PM se asignaron una serie de actividades que se describen mas adelante en las labores básicas.

Figura 4. Etiquetas TPM usadas para el diagnóstico y mantenimiento autónomo en el programa de TPM en Sidoc S.A.




TPM

Zona:
Area:
Maquina:
Tipo:
Código:
Evento: _____

Fuente: Red interna Sidoc S.A.

Actualmente todavía están en desarrollo los sistemas para la seguridad industrial y el mantenimiento de la calidad, así como el de la gestión temprana de equipos y el de las mejoras del mantenimiento planificado.

Hacen falta todavía algunas fases de la implementación del programa, y cuando sean completadas junto con las actividades básicas de implementación que quedan pendientes (TPM en la oficina y mantenimiento de la calidad) entonces se logrará el paso de la consolidación del Programa de TPM en SIDOC S.A.

Haciendo uso del conocimiento de los nueve pilares que componen el desarrollo de un programa de TPM, el JPIM recomienda una serie de actividades fundamentales a realizar en la aplicación de un proyecto de esta índole. Ya se listaron estas y se mencionaron anteriormente de forma breve

(ver figura 1, página 13), pero en este apartado se explicarán detalladamente en su aplicación al programa de TPM en la empresa.

Estas actividades fundamentales se propusieron para poner en marcha el programa de TPM y son ocho en total. Algunas de ellas ya se aplican actualmente de forma parcial gracias a programas como el de PM y el de las 5'S. Otras actividades no se hacen actualmente pero se proponen para que se les dé inicio. En todo caso, este programa de actividades fundamentales cubre casi todos los aspectos que se necesitan, y los aspectos que no se tomen en cuenta se plantearán de todas formas para ser realizados en tiempos futuros cuando haya una mayor disponibilidad de recursos logísticos y económicos.

4.1 MEJORAMIENTO ESPECÍFICO DE LA MAQUINARIA

El mejoramiento específico de la maquinaria siempre se ha tratado coordinando las actividades con el Jefe de Mantenimiento Mecánico en laminación y el Jefe de Proyectos (el mismo que dirige el programa de TPM). Desde el inicio del Programa de TPM en la zona de laminación se han evaluado diferentes aspectos del comportamiento de las diferentes máquinas involucradas y en conjunto con operarios y personal de mantenimiento se han formulado unas listas de mejoramiento específico de maquinaria de laminación. Con base en esas propuestas se listan las actividades que se han realizado hasta ahora y las que están pendientes. Cabe aclarar que por ser una planta que funciona las 24 horas, el tiempo para implementar mejoras en las maquinarias es muy reducido, y por lo menos mientras se cambia la mentalidad de los dirigentes, se hace necesario un proceso lento y extenso para ir aplicando las mejoras en las maquinarias cuando el tiempo lo dispone.

4.1.1 Empujadores de Hornos de Calentamiento. Hasta hace unos pocos meses y desde hace muchos años atrás funcionaba un sistema de deshornador de palanquilla muy rudimentario, sin guías fijas y con soportes inadecuados que no se ajustaban a la forma geométrica circular de la barra. Esto daba como resultado la fluencia y torcedura constante de la barra deshornadora, además de desajustes continuos. Actualmente se implementó un nuevo deshornador de mayor longitud equipado con guías laterales que le dan mayor soporte e impiden su rotación sobre si mismo. Además de eso cuenta con bisagras para acortar la longitud de la guía y permitir el paso de maquinaria pesada. (Ver Anexo 2, Deshornador, antes y después.)

4.1.2 Mesa de Enfriamiento. Anteriormente la mesa de enfriamiento de varillas funcionaba con base en un sistema de pinchos unidos a cadenas transversales de gran longitud, que giraban entre dos ejes longitudinales e iban arrastrando las varillas a alta temperatura sobre la mesa hasta el camino de rodillos.

Consiguientemente se cambió todo el sistema de funcionamiento, instalando un mecanismo con guías fijas y móviles en zigzag movidas por una serie de levas que suben y bajan las guías haciendo avanzar las varillas. (Ver Anexo 3, Mesa de Enfriamiento, antes y después)

Otras de las actividades programadas, pero que aún no se han aplicado son:

Horno

- Hacer conexión en forma de Z para la manguera de salida del deshornador y ensamblar apropiadamente con abrazaderas para evitar fugas de fluído.
- Modificar y pavimentar el piso de la mesa de cargue de palanquilla para facilitar su acceso y las labores de limpieza y mantenimiento
- Templar la cadena derecha delantera de la mesa de cargue de palanquilla pues se sale frecuentemente
- Mejorar conducción de aguas residuales del deshornador para evitar charcos en la zona.

Camino de Rodillos

- Facilitar con bisagras el acceso a la sección del gato “gira barras” en el tren 450.
- Reorganizar las chapas y los protectores de las cadenas.
- Reinstalar protectores en la mesa auxiliar de la mesa fija y en el camino de rodillos a la salida del horno.

Tren 450

- Corregir las fugas de aceite en la caja de piñones del tren 450 y de la mesa basculante.
- Mejorar el acceso al castillo y a la mesa basculante para facilitar las labores de limpieza y mantenimiento.
- Instalar un gato de mayor capacidad en la dobladora #3 para que cuando se produzcan los perfiles gruesos de 7/8 y 1” de diámetro C.

4.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Con el Mantenimiento Autónomo, que es uno de los pilares del TPM en los que se va a profundizar más, se pretende precisamente delegar funciones básicas del mantenimiento primordial a los operarios de las máquinas. Siendo ellos los que mejor conocen el comportamiento de su zona de trabajo al relacionarse todos los días con ella, nadie más eficientemente que ellos sabe cuando está funcionando mal algún mecanismo interno y va a fallar la máquina. La ventaja con la que se cuenta al implementar el TPM y el Mantenimiento Autónomo en la zona de laminación es que casi la totalidad de operarios ya están

relacionados con las 5'S y conocen sus actividades básicas, por lo que no ha sido ajeno a ellos el mantener sus sitios de trabajo organizados y limpios. Simplemente, lo que se quiere lograr ahora es rescatar del olvido algunas de esas actividades de mantenimiento de condiciones básicas de operación y complementarlas con algunas otras para así lograr que el funcionamiento fundamental del equipo esté a cargo exclusivamente del empleado en lo posible del caso.

Por ser el Mantenimiento Autónomo la actividad fundamental y el pilar del TPM al que mas importancia se le dio se explicará con mas detalle en un apartado posterior todo lo concerniente a su formulación y aplicación.

4.3 FORMACIÓN Y CAPACITACIÓN

Durante la implementación del actual proyecto de TPM se dio inicio junto con el departamento de recursos humanos a un Programa de Capacitación en conocimientos mecánicos y eléctricos misceláneos, con el fin de darles a los operarios las herramientas necesarias para que puedan aplicar las actividades de mantenimiento básico y hacer diagnósticos fundamentales del funcionamiento y comportamiento defectuoso de sus respectivas máquinas. Al personal de mantenimiento también se están impartiendo cursos similares aunque no tan extensos, con el fin de profundizar y pulir los conocimientos que ya poseen a modo general y proporcionarles información adicional acerca de otros asuntos de la reparación de máquinas.

Se incluyeron en el Programa de Capacitación a todos los operarios del Tren 1 de laminación en los tres turnos. Se incluyeron también a las personas encargadas del mantenimiento en la zona de laminación (empleados con conocimientos mecánicos y eléctricos). El Programa de Formación y Capacitación se dividió en dos partes, en la primera se dieron la introducción, los fundamentos, las bases y formas de aplicación del TPM en la empresa a todos los operarios y personal de mantenimiento, a los ingenieros de proceso y a los jefes de producción en laminación. Posteriormente se explicaron detalladamente aspectos más puntuales concernientes al mantenimiento autónomo tales como el llenado de formatos, los procedimientos básicos y otras actividades auxiliares.

En la segunda parte del programa se hizo una vinculación con programas de entrenamiento y aprendizaje al personal de mantenimiento y a los operarios exclusivamente.

Coordinando actividades con el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA se logró dar inicio e incluir a los antes mencionados en los programas de Mantenimiento Mecánico Industrial y de Mantenimiento Eléctrico Industrial.

El aprendizaje se dio en la capacitación y entrenamiento de operadores enfocado al mantenimiento autónomo y consta de dos secciones cada una con cinco fases en donde se les proveerá a los involucrados de información sobre hidráulica, neumática, lubricación, transmisión de potencia, sensores, actuadores, etc. La primera sección trata sobre mantenimiento mecánico y la segunda sobre mantenimiento eléctrico y se detallan a continuación.

4.3.1 Primera sección. Contempla el Programa de Mantenimiento Mecánico.

- Fase 1. TPM aplicado al Mantenimiento Autónomo incorporando elementos como el programa 5S, análisis de fallas y RCM confiabilidad de los equipos. (10 Horas)
- Fase 2. Contempla el manejo metrológico mecánico de los diferentes sistemas mundiales, factores de conversión, manejo de instrumentos, ajustes y tolerancias, conceptualización de las variables de proceso productivo de la compañía SIDOC S.A como torque, potencia mecánica y eléctrica, presión, presión de vacío, trabajo, eficiencia, velocidad, aceleración.(10 Horas)
- Fase 3. Visión general de herramientas manuales, eléctricas, neumáticas e hidráulicas, normalización técnica de los diferentes elementos, manipulación, seguridad y precaución, conservación y mantenimiento, seguridad industrial direccionada a prevenir accidentes por electrocución. (5 Horas)
- Fase 4. Referido a los diferentes elementos que componen las maquinas, normalización de tornillos, roscas, rodamientos, levas, seguidores, transmisión potencia por medio de correas, cadenas, acoplamientos, variadores de velocidad, reductores y tuberías. Funcionamiento de los elementos de control y potencia de los sistemas eléctricos básicos, monitoreo de variables eléctricas. (20 Horas)
- Fase 5. Lubricación de maquinaria, cartas de lubricación, códigos y normalización de aceites y grasas, monitoreo de las condiciones de los equipos, listas y rutas de lubricación, manejo de tablas y catálogos. (10 Horas)

- Fase 6. Mandos Hidráulicos y Neumáticos, conceptualización básica de los principios físicos, manejo de componentes para ser instalados en circuitos y detención de fallas de los mismos. (20 Horas)

4.3.2 Segunda Sección. Contempla el Programa de Mantenimiento Eléctrico

- Fase 1. Contempla el manejo metrológico de los diferentes sistemas mundiales direccionado a la fundamentación eléctrica. (15 Horas)

- Fase 2. Funcionamiento de los elementos de los elementos de control y potencia de los sistemas eléctricos básicos, monitoreo de variables eléctricas. (20 Horas)

- Fase 3. Manejo de normas eléctricas Colombianas, Código Electrónico Nacional Norma 2050, resolución 24000. (10 Horas)

- Fase 4. RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. (5 Horas)

- Fase 5. Sistemas electrónicos análoga, circuitos de CC y AC, electromagnetismo, amplificadores, Diodos, semiconductores, transistores. (20 Horas)

- Fase 6. Tareas de PLC, Control de procesos, componentes hardware, Software, sensores, actuadores, lenguajes de control. (20 Horas)

Como último aporte al programa de entrenamiento y capacitación del Programa de TPM actualmente se están coordinando actividades y contenidos programáticos para adicionar una tercera parte, que incluya contenidos específicos sobre la composición y funcionamiento de maquinas puntualmente. Esto con el fin de que a cada operario se le enseñe que tiene y como funciona la maquina en la cual labora para que complemente esos conocimientos con los que obtiene en los cursos del SENA y pueda aplicar el mantenimiento autónomo apropiadamente.

Se desarrollaron formatos para controlar los procesos de capacitación y hacer el proceso según lo indicado por los departamentos involucrados (ver anexos 7 y 8, formatos para capacitaciones)

4.4 MANTENIMIENTO PROGRAMADO

Como se mencionó en los antecedentes del mantenimiento en SIDOC S.A. desde hace varios años está en un funcionamiento un Programa de Mantenimiento Preventivo para mejorar el desempeño y disminuir las paradas no previstas.

El sistema de manejo y programación de actividades de PM se realiza por medio de una plataforma de Software llamada SIMAQ, la cual fue desarrollada independientemente y exclusivamente para la empresa desde hace 5 años. Dentro del programa se encuentran registradas todas las actividades que se realizan, su frecuencia y las operaciones específicas que requieren cada máquina o elemento de máquina (Ver figura 5)

Todas las actividades de reparación que realiza el personal de mantenimiento se registran en formatos para ingresados al sistema de gestión de mantenimiento para llevar un control detallado de lo que se repara y cómo se hace. Semanalmente se imprimen reportes de actividades que se deben efectuar al hacer el mantenimiento preventivo el cual se ejecuta en las paradas diarias o de fin de semana programadas. En su defecto, las actividades se realizan con antelación en el momento de paradas no programadas por fallos inesperados en la maquinaria.

Figura 5. Captura de pantalla – Sistema SIMAQ de gestión de PM

The screenshot shows the 'SOFTWARE SIMAQ - LICENCIA AUTORIZADA A SIDERURGICA DE OCCIDENTE' application window. The menu bar includes 'Sistema', 'Catalogos', 'Catalogos Procesos', 'Paradas', 'Programacion', 'Correctivos', 'Preventivos', 'Reportes', and 'SALIR'. The main window displays the 'MANTENIMIENTO PREVENTIVO' form. This form contains several input fields: 'No' (0), 'AÑO' (0), 'PARTE', 'PAQUETE', and 'FRECUENCIA' (0). It also has sections for 'ULTIMO PREVENTIVO' and 'PROXIMO PREVENTIVO' with fields for 'REGISTRO', 'SEMANA', and dates. Below these is the 'DATOS DE LA EJECUCION DEL PREVENTIVO' section, which includes fields for 'aaaa.mm.dd' (2007.07.09), 'SEMANA' (0), 'OPERARIO', and 'OBSERVACION'. At the bottom of the form are buttons for 'Nuevo', 'Grabar', 'Anular', 'Cancelar', and 'Salir'. The status bar at the very bottom shows 'Cur_paquetes', 'Registro: ninguno', 'Exclusivo', 'NUM', and the time '4:39:43 pm'.

Fuente: Red interna Sidoc S.A.

Un problema recurrente que se evidenció en el Programa de TPM fue precisamente una situación relacionada con lo descrito en el párrafo anterior. Aunque las actividades de mantenimiento programado están precisamente programadas para el fin de semana, se observó que tanto el tiempo de parada como el personal designado para realizar las actividades preventivas eran insuficientes. Las paradas programadas de los fines de semana solo se dan 2 veces al mes, es decir, cada 15 días y solo se cesan actividades el día domingo con una duración de 12 horas en una parada y 24 horas en la siguiente.

Adicionalmente solo existe un mecánico asignado a cada tren, lo que hace que para cada fin de semana solo se dispone de un trabajador responsable de la parte mecánica asignado al Tren # 1 de laminación, de una persona encargada del mantenimiento eléctrico asignada a los 2 Trenes al mismo tiempo por lo que tiene que repartir su tiempo y de 1 auxiliar o ayudante de mantenimiento.

Ante la gran cantidad de máquinas presentes en la zona de laminación se hacen insuficientes los recursos destinados al mantenimiento. Esta problemática da como resultado que todas las actividades programadas por el sistema no se alcanzan a efectuar en las paradas de fin de semana y quedan pendientes muchas tareas que se van acumulando para la siguiente parada y hacen que cada vez que se hace el mantenimiento preventivo se tenga que enfocar primero en lo mas urgente (muchas veces es lo que quedó acumulado pendiente de la parada pasada) y luego en lo secundario.

La acumulación de pendientes secundarios da como resultado numerosas y frecuentes paradas, generalmente no tan graves pero que le quitan eficiencia al sistema productivo, o muchas veces desembocan en daños mucho mayores que son poco frecuentes.

En cualquier caso es indudable que con las actividades pendientes no se olvidan del todo y muchas veces dependen de la casualidad de paradas imprevistas no programadas para realizar lo que hace falta, y en el caso de que esta no se presente simplemente se deja en “stand by” a la espera de una oportunidad o se aplaza indefinidamente.

Ese mismo comportamiento se presentó en programas anteriores como el de las 5’S, y como consecuencia decayeron en gran parte muchos de los objetivos alcanzados con el programa. Es frecuente escuchar entre los empleados e ingenieros de proceso “ahora que se pararon las máquinas por un daño, aprovechemos que las tenemos disponibles para hacerles todo lo que se pueda por que no se sabe cuando se va a poder hacer de nuevo”.

Ante ese tratamiento de algunas de las actividades de mantenimiento se plantearon como soluciones el aumentar la cantidad de personas disponibles para las labores o la cantidad de horas programadas para el mantenimiento. Como solución los Gerentes de Proceso y de operaciones en conjunto con los encargados de laminación resolvieron el asignarle al Tren #1 de laminación paradas destinadas al Mantenimiento Programado todos los domingos y no cada 15 días como se venía haciendo. Se intercalarán respectivamente paradas de 12 y 24 horas en el Tren #1 por cada fin de semana, pero con el aumento del tiempo disponible se podrán adelantar muchas de las actividades atrasadas y se mantendrá al día el sistema de PM de la zona de laminación.

Actualmente se están intentando coordinar las paradas programadas diarias en laminación por un lapso de 2 horas cada vez y siempre a la misma hora. En estas paradas se hacen cambios de rodamientos, rodillos y husillos, así como el ajuste de guías y canales y se calibran las luces de los rodillos para el diámetro adecuado del perfil de acero.

Actualmente hay una descoordinación del horario y la frecuencia de estas paradas pues se subyuga ante la primacía de la producción programada y se realizan a cualquier hora cuando se haga el cambio de perfil o se terminen las palanquillas de determinada colada.

Como último aporte del TPM al Mantenimiento Programado ya establecido, se plantea la corrección de algunas actividades del Tren 1 en cuanto a su frecuencia, pues al realizar una breve evaluación de ciertos aspectos que se tienen en cuenta actualmente se notaron ciertas fallas en la programación de actividades, que están con una frecuencia menor de la que deberían tener.

4.5 ADMINISTRACIÓN INICIAL DE EQUIPOS

Los criterios de funcionamiento del sistema de administración inicial de los equipos se basan en criterios muy autónomos e independientes que no se encuentran normalizados en casi ningún aspecto. Cada ingeniero se encarga de recibir y gestionar la entrega de los equipos y repuestos del área que maneja en cuanto a verificación del estado de los bienes al recibirlos.

En la forma FOR-012 del sistema de gestión de la calidad de la empresa se estipula que cada ingeniero debe estar al tanto y comprobar los equipos y repuestos al momento de la entrega, como efectivamente se hace, sin embargo, al no estar organizadas las actividades y estructurado el procedimiento a seguir se presentan irregularidades ocasionales.

Hay una división clara de los bienes que se administran inicialmente, pues son los que se traen después de haber sido reparados y los que se traen como nuevos desde el proveedor directamente. Cuando los equipos se traen después de haber sido reparados no se ingresan por el almacén sino en la portería y se dejan en el piso u otro sitio provisional y no siempre hay una verificación directa de los repuestos excepto en los casos en que son partes críticas o vitales del sistema productivo. También, cuando son equipos nuevos se confía en el criterio del fabricante casi siempre y no se hacen verificaciones personales, además que no existe registro alguno de las comprobaciones que se hacen a excepción del recibo de entrega que se les hace a los proveedores. Esto genera información poco confiable y casos donde los equipos defectuosos no son detectados a tiempo o no hay un responsable que se haga cargo de todo el procedimiento.

Para intentar remediar esta situación y como actividad fundamental del TPM para la administración inicial de los equipos se creó un formato diseñado para llevar el registro del estado de los equipos y repuestos que se reciben (ver anexo 9, admón. inicial de equipos) Aparte de eso se establecieron procedimientos adecuados en los que una sola persona es el encargado de manejar la administración inicial y donde siempre se hacen los debidos registros e inspecciones de los elementos recibidos. Se estableció una categorización según las ordenes de compra, de los tipos de elementos que se reciben, su importancia, el tipo de inspección que se le debe hacer y quien es el encargado de hacerla en cada caso.

Como punto a resaltar dentro de la administración inicial de los equipos, actualmente se trabaja en una base de datos en Access donde estén contenidas todas las máquinas que existen en el Tren #1 y donde posteriormente serán adicionadas más zonas. En esta base de datos se encontrará toda la información pertinente a cada máquina, con los datos importantes sobre fabricante, repuestos, sistemas básicos, referencia a planos, ubicación en la planta, tipo de máquina, fotografía, frecuencia de mantenimiento, código dentro del sistema y referencia al sistema SIMAQ. Todo esto con el fin de inventariar todos los elementos y equipos que se poseen y registrar lo que sea concerniente a su mantenimiento. Junto con este programa de registro se les asignarán códigos a cada máquina y se demarcarán físicamente cada una con el código asignado para referenciarlas a la base de datos.

4.6 ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS Y DEL MEDIO AMBIENTE

Los adelantos realizados en esta actividad fundamental se coordinan con el Ing. coordinador de riesgos profesionales y salud ocupacional, y con la Ing. encargada de la gestión Medio Ambiental de la empresa. Dentro del aspecto

del medio ambiente se han hecho algunos avances de unos meses hacia acá (aproximadamente tres meses), sobre todo en el manejo de desperdicios generados en la zona de laminación.

Anteriormente, la calamina o laminilla producida al laminar la palanquilla era dispuesta de forma inadecuada, almacenándola con otros tipos de desechos metálicos y llevada a sitios de desperdicio designados. Actualmente todos los operarios recogen periódicamente los depósitos de laminilla que se acumulan debajo de los equipos y en las zonas de circulación, para luego acumularla en contenedores metálicos y cuando se ha almacenado una cantidad considerable se despacha en camiones hacia empresas cementeras, donde es usada para producir otras materias primas. Esta mejora no solo es más adecuada sino que produce ganancias a la empresa.

Como adición, se han clasificado y dividido los tipos de desechos, designando diferentes contenedores para cada clase de desperdicio y se han dispuesto canecas de diferentes colores y marcadas según lo que deben contener. Los waipes, desechos de enfermería y la papelería se separan de la viruta y desperdicios metálicos (Ver anexo 6, antes y después de TPM en manejo de desechos) Se planea en un futuro, dentro de los desperdicios metálicos, hacer la debida separación de los elementos ferrosos y no ferrosos, para re procesar en el horno los ferrosos y acumular y vender los no ferrosos a depósitos de chatarra.

Queda pendiente y como recomendación, el complementar e incluir estos dos aspectos en las charlas que se seguirán dando sobre mantenimiento autónomo, para tratar temas como el de la correcta disposición de desechos líquidos como grasas, combustibles y aceites al momento de hacer las labores autónomas. También se planean incorporar charlas sobre la forma más segura de realizar el mantenimiento autónomo y se les explicará la forma de hacerlo de forma correcta y sin riesgos.

El último aspecto que se procurará desarrollar dentro de esta actividad básica es el de la eliminación gradual de zonas difíciles de acceder o inaccesibles totalmente. Están en la mira la mesa de enfriamiento y el Tren 450 de la línea #1 de laminación para mejorarles la accesibilidad y hacerles mas fácil a los operarios y mecánicos las labores de limpieza y mantenimiento, pudiendo en algunos casos realizarlas incluso sin detener el funcionamiento de la máquina.

5. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA EL AREA DE LAMINACIÓN

El Mantenimiento Autónomo fue uno de los factores que más se tuvo en cuenta en su implementación para el desarrollo del Programa de TPM en la empresa. Como columna base principal que rigiera el inicio y progreso del mantenimiento autónomo se siguieron los 7 pasos recomendados por el JIPM para un proyecto de este tipo, y que constan de los siguientes procesos:

Tabla 13. Los siete pasos del Mantenimiento Autónomo

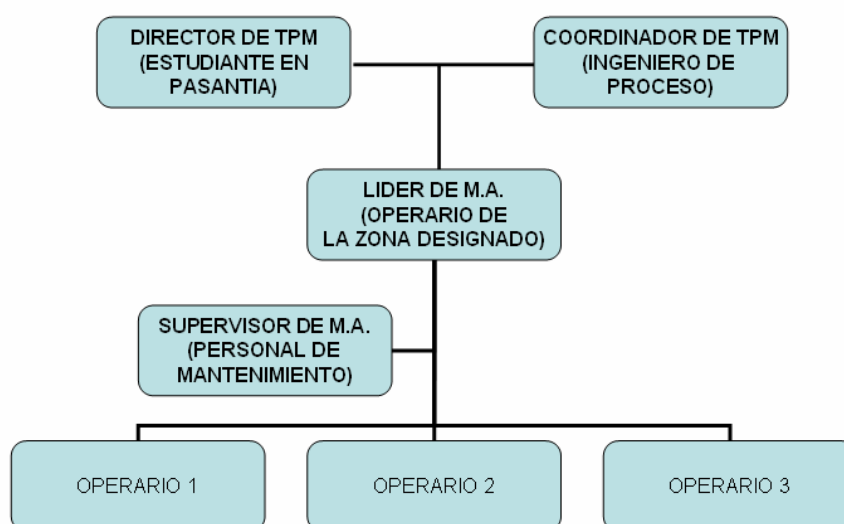
1.- Limpieza inicial		Desarrollar la habilidad de identificar las anomalías y las oportunidades, hacer mejoras y resolver las anomalías
2.- Eliminación de fuentes de contaminación y áreas inaccesibles	* Habilidad para determinar anomalías en la máquina	
3.- Creación de una lista de verificación para mantener los estándares de limpieza y lubricación	* Habilidad para diseñar y hacer mejoras	Los (las) operadores (as) determinan por sí mismos(as) lo que tienen que hacer
4.- Inspección General	Entendimiento de los principios de operación de la máquina y cada uno de sus sistemas	Los (las) operadores (as) más experimentados y los técnicos de mantenimiento enseñan a los menos experimentados
5.- Inspección Autónoma		
6.- Organización y limpieza	Entendimiento de la relación entre las condiciones del equipo y la calidad del producto	Organización de la información para describir las condiciones óptimas y cómo mantenerlas
7.- ¡Continuidad! Implementación Total		

Fuente: JIPM. TPM en industrias en Proceso. Madrid: TGP Hoshin, 1995. p. 148.

Como fue explicado anteriormente, el desarrollo del TPM, sobre todo del mantenimiento autónomo reviste cierta dificultad en la zona de laminación debido a las jornadas continuas de producción que se manejan, por lo que los avances no llevan un estricto orden sino que se van aplicando según los pasos que se sugieren dentro de lo posible, pero siempre ajustándose a la conveniencia de la programación del tren.

En conjunto con uno de los Ingenieros de Laminación, se crearon grupos autónomos de operarios asignados y distribuidos según sus turnos, labores y máquinas de desempeño. A cada uno de estos grupos se les crearon una serie de carteleros donde aparecen registrados sus progresos gráfica y numéricamente así como sus metas y responsabilidades. A cada uno de estos grupos se les asignó un Supervisor (trabajador de mantenimiento) y un Jefe de TPM, operario de ellos mismos encargado de responder por su sección e incentivar con sus compañeros las labores requeridas. A continuación se muestra un organigrama explicando la forma como se estructura un grupo de Mantenimiento Autónomo y TPM.

Figura 6. Estructura jerárquica creada para el Mantenimiento Autónomo y el TPM



Fuente: Red interna Sidoc S.A.

Los siguientes puntos del desarrollo del mantenimiento autónomo se trabajaron en conjunto. En adición con la organización de empleados destinados a hacer cumplir y desarrollar el TPM se hizo una subdivisión de las secciones en subzonas, conservando una estructura de organización parecida a la de las 5'S y a cada empleado se le asignó una de esas subzonas estando él encargado de conservar limpio y ordenado ese trozo de sección. Se les asignaron así mismo rutas de inspección junto con las actividades y se les enseñó a realizar cada una de las inspecciones, limpiezas, lubricaciones y ajustes pertinentes.

Para las actividades de mantenimiento autónomo se han creado una serie de instructivos de carácter informativo (ver anexos 10, 11 y 12, formatos varios de Mantenimiento Autónomo) que pretenden normalizar y establecer un orden en las operaciones que se seguirán al realizar las actividades de limpieza, inspección, lubricación y ajustes que se harán en cada máquina. Por cada máquina se realizó uno de estos instructivos y a cada operario se le enseñó a

interpretar y aplicar las actividades propuestas en el instructivo correspondientes a la máquina donde se realiza el trabajo.

Adicionalmente se han creado una serie de formatos de mantenimiento autónomo y TPM para este programa. Uno de los formatos es el que se usa para solicitar los cursos de capacitación correspondientes al mantenimiento autónomo, y fue aplicado por primera vez en esta ocasión al reformar un formato obsoleto que se manejaba con anterioridad. Se crearon también los formatos para la solicitud de reparación y para el reporte de anomalías. El primer formato es el que llena el jefe de TPM según los criterios propios y los de las personas a su cargo según se produzca el deterioro de las máquinas, y se pasa directamente al ingeniero de proceso en turno para que haga valer el proceso de mantenimiento correspondiente de acuerdo a como lo estime necesario. El segundo es el que llena todos los días los operarios al realizar la inspección correspondiente, y de último se creó otro formato en el cual mensualmente los empleados de la zona deben registrar sus quejas, sugerencias, dudas y aportes en cuanto al mejoramiento del Tren # 1 de laminación. Cada uno de los ítems propuestos se evaluación con el jefe de área y los ingenieros de proceso, programándose para su realización los que sean convenientes y descartándose los que son innecesarios.

Seguidamente se hizo una limpieza inicial de forma parcial, concentrándose en los pisos y paredes de la zona del Tren # 1 y con ayuda de labores ya programadas por las 5'S. También se hizo, en la medida de lo posible, una limpieza externa de la mayoría de las máquinas y se re-pintaron las cajas de laminación, sus anclajes y sus guías. Las centralinas, gatos y guías de la mesa de enfriamiento se pospusieron pues su trabajo de limpieza y pintura es más especializado y difícil de realizar.

Con la limpieza inicial y la ayuda de los operarios se identificaron algunas fuentes de contaminación, en su mayoría fugas de aceite de transmisión o lubricación y de grasa en chumaceras. Otras fugas menos importantes fueron de aire y agua, que también se identificaron con las anteriores usando etiquetas de TPM para fugas y para desperfectos identificados por los empleados. Se solucionaron los menos graves y se programaron para paradas de fin de semana los más dispendiosos.

Para la eliminación de zonas inaccesibles se seguirán unas labores progresivas que tendrán, como ya se mencionó, la modificación de la mesa de enfriamiento y del castillo del Tren 1 de laminación. La mesa de carga de palanquilla también se tiene en prospecto, pero son actividades que desarrollará el departamento de proyectos detenidamente.

Por último, en el mantenimiento autónomo van incluidos los planes de capacitación de los que ya se habló, donde no solo aprenden los operarios de la zona sino también el staff de mantenimiento y existe una retroalimentación continua de conocimientos entre estos dos entes para resolver y mejorar entre todos los inconvenientes que aparecen durante el desarrollo del mantenimiento autónomo.

6. CONCLUSIONES

- Los avances parciales hechos en el programa de TPM lograron buenos resultados aun cuando el TPM no se habían realizado completamente de forma anterior. Los logros alcanzados con anterioridad por el programa de las 5'S fueron de gran apoyo para la comprensión de la visión y los objetivos de parte de los involucrados y la implementación de algunos aspectos dependió exclusivamente de esto.
- Las iniciativas en mantenimiento autónomo que se impulsaron lograron su cometido en el sentido de involucrar mucho más a los operarios con labores de mantenimiento en su máquina, pero muchas de las actividades no se alcanzan a realizar por falta de tiempo, por lo que la pasantía al respecto sugiere su inclusión en los programas de mantenimiento.
- Algunos sectores de la alta gerencia aún no comprenden los aspectos relacionados con el TPM y la relación directa de la productividad con estos factores, por lo que el apoyo que se le debe suministrar al programa TPM puede estar comprometido, de lo que se espera una concientización y capacitación futura donde se recalquen sus beneficios y se muestren los resultados obtenidos para que se logre el apoyo que se quiere.
- Es necesario cambiar la mentalidad de los Ingenieros de Proceso, ya que aunque han apoyado en gran parte el TPM todavía se deben integrar más con los operarios en la búsqueda de mejores resultados para su área en el TPM.
- Actualmente se observan ciertos progresos obtenidos con los operarios que están recibiendo cursos de capacitación, pues demuestran progresos en el desempeño de su puesto de trabajo y son los que mas ayudan a incentivar las actividades del mantenimiento autónomo, en algunas ocasiones incluso en mayor proporción que los jefes de TPM asignados, lo que demuestra los resultados de la Pasantía y Proyecto en proceso de cumplimiento.
- Se han detectado debilidades ignoradas anteriormente gracias al diagnóstico inicial y a las inspecciones que se realizan en donde se usan las etiquetas de TPM. Estas etiquetas hacen parte de la papelería óptima para que no pasen desapercibidos los fallos por solucionar y para que se agilice en gran parte el proceso de mantenimiento y reparación de equipos con base en los objetivos de la Pasantía.

7. RECOMENDACIONES

- Es aconsejable el distribuir y de ser posible, adicionar una cantidad de 1 operario extra por cada turno en el tren 450 y en el 250 respectivamente, pues labores relacionadas con el proceso intervienen en muchas ocasiones con las actividades de Mantenimiento Autónomo no dejándolo funcionar eficientemente.
- Se deberían programar horarios fijos para el uso del montacargas en la zona de laminación, ya que muchas veces se acumulan desechos y desperdicios durante muchos días en numerosas canecas y contenedores, impidiendo el paso y reduciendo el orden y aseo de la zona, lo que dificulta el mantenimiento autónomo y las 5'S.
- A pesar del aumento del tiempo disponible para labores de PM los fines de semana, es necesario establecer cronogramas detallados por día de las actividades pendientes y hacer un seguimiento más cercano de las labores que quedan pendientes y de las que se realizaron, para ir estableciendo una jerarquía de actividades que haga más eficiente el programa preventivo. Todo lo anterior se debe evaluar por lo menos una vez al mes con los Ingenieros de Proceso, los Jefes y el personal de mantenimiento.
- Es necesario suministrar atención a los requerimientos y sugerencias de los operarios en cuanto a novedades de las maquinas y su mantenimiento, pues muchas veces se obvian sus solicitudes al mismo tiempo que se les exige el cumplimiento de los rigores de la producción programada, haciendo que recaigan las consecuencias de las bajas de producción sobre el personal operativo en ocasiones cuando la responsabilidad es del personal administrativo por hacer caso omiso de las inquietudes presentadas.
- Se sugiere el realizar con urgencia los instructivos pertinentes a las actividades de mantenimiento de los trenes 450 y 250 más comunes de la línea #1 teniendo como guía el instructivo para el cambio de lingoteras y cristalizadores que ya fue realizado, y en donde se detallan gráficamente todos los pasos, repuestos y herramientas realizados con el fin de estandarizar los procesos de PM diario en el Tren 1.

BIBLIOGRAFIA

TPM knowledge center [en línea]. Barcelona: Advanced Productive Solutions, 2003. [consultado 12 de noviembre de 2006]. Disponible en internet: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/index33.htm>

EVANS, James. La administración y el control de la calidad. 4 ed. México D.F.: Thompson editores, 2000. 323 p.

JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. Programa de desarrollo del TPM. Madrid: Tecnologías de gerencia y producción S.A., 1991. 256 p.

----- TPM en industrias en proceso. Madrid: TGP Hoshin, 1995. 158 p.

About JIPM: [en línea]. Japon: JIPM, 1998. [consultado 25 de noviembre de 2006]. Disponible en internet: <http://www.jipm.or.jp/en/company/index.html>

TPM: Un paso más hacia la excelencia empresarial [en línea]. Ushuaia: Mauricio Lefcovich, 1997. [consultado 05 de diciembre de 2006]. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos25/mantenimiento-productivo-total/mantenimiento-productivo-total.shtml>

PARRADO ALBA, Paola Andrea y Otro. Estructuración e implementación del pilar de mejora enfocada en Tetra Pack Colombia. Bogotá D.C. 2004. 121 p. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografía plan de las 5'S en SIDOC S.A.



Anexo 2. Fotografías antes y después de TPM en deshornador horno de calentamiento



Antes

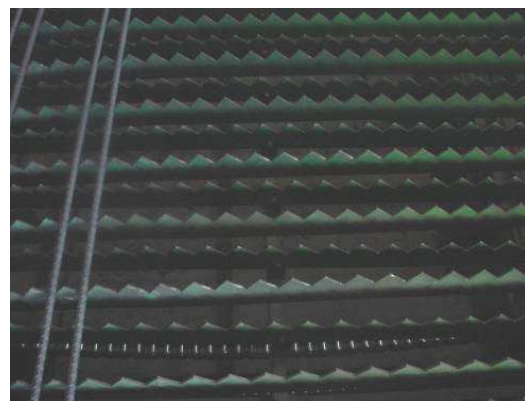


Después

Anexo 3. Fotografías antes y después de TPM en Mesa de Enfriamiento



Antes

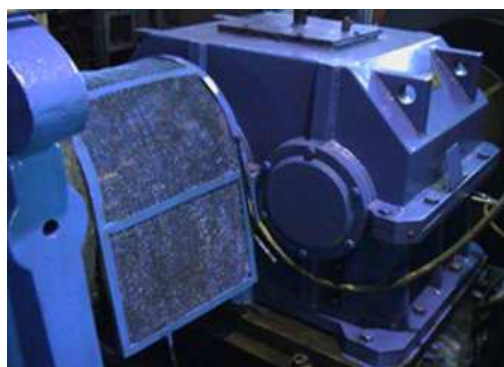


Después

Anexo 4. Fotografías antes y después de TPM en Reductor Tren 250



Antes



Después

Anexo 5. Fotografías antes y después de TPM en Horno de Calentamiento



Antes



Después

Anexo 6. Fotografías antes y después de TPM en manejo de desechos



Antes



Después

Anexo 7. Formato creado para Capacitaciones



FORMATO ÚNICO DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO

FECHA SOLICITUD	DÍA	MES	AÑO	TIPO CAPACITACION ENTRENAMIENTO	<input type="checkbox"/>	CÓDIGO	CARACTERÍSTICAS INTERNA EXTERNA	<input type="checkbox"/>
TEMA: _____								
OBJETIVO: _____								
CONTENIDO: _____								
INSTRUCTOR			CÓDIGO	LUGAR		METODO SUGERIDO	EVALUACIÓN SI NO <input type="checkbox"/>	
FECHA SUGERIDA	DÍA	MES	AÑO	DURACIÓN	# PARTICIPANTES	ÁREA	# SESIONES	
OBSERVACIONES: _____								
APROBACIONES								
_____ JEFE DE RECURSOS HUMANOS					_____ JEFE DEL ÁREA			

Anexo 8. Formato auxiliar de asistencia creado para Capacitaciones

**HOJA MAESTRA - CONTROL DE CAPACITACIONES Y ENTRENAMIENTO**[illegible]

Anexo 9. Formato de administración inicial de equipos



FORMATO DE ADMINISTRACIÓN INICIAL DE INGRESOS

FECHA ENTRADA		DIA	MES	ANO	TIPO DE ENTRADA EQUIPO <input type="text"/> INSUMO <input type="text"/>		HORA	SUCESO MANT. Y REPARAC. <input type="text"/> INGRESO NUEVO <input type="text"/>				
RECIBE		NOMBRE			CODIGO		CARGO					
ENTREGA		NOMBRE			EMPRESA							
DETALLE ITEMS												
No	COD	NOMBRE					CANTIDAD	ZONA	Vo. Bo.			
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
VERIFICACIONES												
HOMBRE DE REVISOR			COD.		TIPO DE VERIFICACION							
					Dimensional	<input type="text"/>	Visual	<input type="text"/>	Mecánica	<input type="text"/>	Eléctrica	<input type="text"/>
OBSERVACIONES:												
APROBACIONES												
ENTREGÓ			RECIBIÓ				REVISÓ					

Anexo 10. Formato de Mantenimiento Autónomo Camino de Rodillos



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO TREN 250 CAMINO DE RODILLOS AUXILIAR SALIDA HORNO							
							
Chumaceras	Bandejas y Guardas	Rodillos	Cadenas				
							
Piñones	Motoreductor	Aceite Motoreductor	Parte Inferior Camino				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES							
ACTIVIDAD	ESPECIFICACIONES	METODO	HERRAMIENTA	TIEMPO	FRECUENCIA		
INSPECCION					DIA	SEM	MES
- Verifique estado y anclaje de chumaceras	- Observación	- Visual	- N/A	- 15	X		
- Verifique estado de bandejas y guardas	- Observación	- Visual	- N/A	- 15	X		
- Verifique estado de rodillos	- Observación	- Visual	- N/A	- 15	X		
- Verifique estado de cadenas y piñones	- Observación	- Visual	- N/A	- 15	X		
- Verifique anclaje de motoreductor	- Observación	- Visual	- N/A	- 15	X		

Sebastián Pérez, 2006

Anexo 11. Formato de Mantenimiento Autónomo Volcador



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO VOLCADOR							
							
Tubería Neumática	Cilindro Gato Neumático	Soporte Trasero Gato Neumático	Paletas				
							
Unidad de Mantenimiento	Nivel de Aceite						
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES							
ACTIVIDAD	ESPECIFICACIONES	METODO	HERRAMIENTA	TIEMPO	FRECUENCIA		
INSPECCION					DIA	SEM	ME
- Verifique fugas en tubería	- Sin fugas	- Uso de los sentidos	- N/A	- 15	X		
- Verifique fugas en cilindro neumático 1-2	- Sin fugas	- Uso de los sentidos	- N/A	- 10	X		
- Verifique soporte trasero gato neumático 1-2	- Sin fugas	- Uso de los sentidos	- N/A	- 10	X		
- Verifique ajuste de paletas	- Sin soltura	- Uso de los sentidos	- N/A	- 15	X		

Sebastián Pérez, 2006

Anexo 12. Formato de Mantenimiento Autónomo Camino de Rodillos



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO TREN 250 LINEA 1

Motor Principal

Reductor

Caja de Piñones

Chumacera de Motor

Tanque Reservorio de Lubricación

Bomba Refrigeración Reductor

Bomba Refrigeración Caja de Piñones

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	ESPECIFICACIONES	METODO	HERRAMIENTA	TIEMPO	FRECUENCIA		
					DÍA	SEM	MES
INSPECCION							
- Motor principal	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar temperatura, vibración y ruidos - Corregir desajuste tornillería anclaje 	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de los sentidos - Observación 	<ul style="list-style-type: none"> - N/A - Llave X 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 - 10 	X	X	

Sebastián Pérez, 2006

**IMPLEMENTACION DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO
PRODUCTIVO TOTAL T.P.M. EN EL PROCESO DE LAMINACION DE LA
LINEA UNO EN LA EMPRESA SIDOC S.A.**

Juan Sebastián Pérez Gómez*

*Universidad Autónoma de Occidente,
Cali, Colombia.*

beowulf8504@hotmail.com

*Estudiante último semestre de Ingeniería Mecánica

Resumen: En este documento serán presentadas las actividades desarrolladas en la ejecución del proyecto realizado en SIDOC S.A. La aplicación de este proyecto se debe a la detección de debilidades en el esquema productivo y administrativo de la empresa y al propósito de mejoramiento continuo en ella. Se atacaron las debilidades más significativas haciendo uso de las actividades fundamentales, los pilares y los pasos propuestas por el JIPM y se implementaron programas tan importantes como el del Mantenimiento Autónomo.

Palabras clave: Mantenimiento Autónomo, Overall Equipment Effectiveness, Total Production Maintenance, Grupos, Mantenimiento Programado, Indicadores.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo ingente de la industria y de los mercados del sector siderúrgico es cada vez mayor, siendo actualmente uno de los aspectos que mas influyen en la eficiencia de la producción de las acerías la adecuada administración de los recursos disponibles en las acerías, pues su infraestructura se basa en procesos encadenados y las fallas de un sector repercuten en el otro.

Es por esta razón que las políticas de mejoramiento continuo propuestas por los japoneses hace muchos años son las que mejor se aplican en esta empresa de gran envergadura. La gestión del mantenimiento desde los niveles mas bajos hasta los mas altos hace valer en gran parte el cumplimiento de la visión de la

empresa al gestionar el mejoramiento continuo con este proyecto.

En el desarrollo del proyecto han sido seguidos los lineamientos propuestos por el JIPM para estos casos y han sido adaptados procesos y cambios al sector productivo de laminación, logrando importantes mejoras y una “avalancha” de cambios organizacionales que se iniciaron con la aplicación del proyecto.

Se implementaron actividades de Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento preventivo mejorado, gestión inicial de equipos y muchas otras intentando cubrir todos los aspectos posibles del TPM y se conjugaron con programas ya aplicados como las 5'S para encausar todas las actividades de mejoramiento

continuo en una misma dirección y bajo la coordinación de un solo ente en busca de los mismos objetivos.

Se pretende seguir el camino ya trazado globalmente por empresas como Toyota y localmente por empresas como Tetra Pack para lograr estándares de calidad que estén acorde con la certificación ISO que posee la empresa mejorando en todos los aspectos lo que relacionado con la manufactura del acero.

2. CONCEPTOS BÁSICOS DE TPM Y MANTENIMIENTO AUTONOMO

Es importante entender algunos conceptos fundamentales de la administración del mantenimiento y la gestión de los recursos, por lo que a continuación se presentan los más importantes con el fin de que sea más fácil comprender las actividades desarrolladas en la empresa y sus motivaciones.

2.1. Total Productive Maintenance (TPM)

El TPM es la metodología enfocada a la creación de un sistema corporativo para maximizar la eficiencia del sistema productivo por medio del establecimiento de sistemas de prevención de pérdidas en todas las operaciones de la empresa, incluyendo cero accidentes, cero fallas y cero defectos a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema productivo.

El TPM cuenta con una serie de nueve pilares o bases de los que se habla se presentan en el gráfico a continuación.

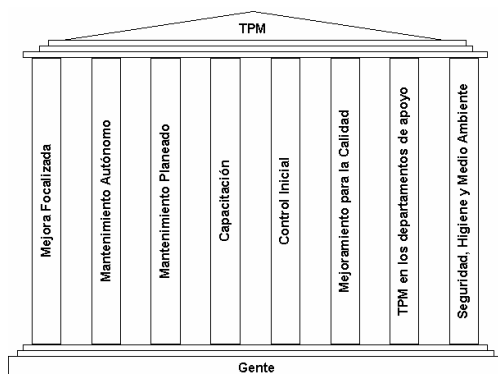


Fig. 1. Pilares básicos del TPM

A su vez el TPM basa su aplicación en ocho actividades fundamentales que cubren todo el proceso. Una de esas actividades es el Mantenimiento Autónomo.

Mantenimiento Autónomo. Es una de las actividades más importantes del TPM y en la que mayor énfasis se hizo al desarrollar el proyecto. Consiste en la creación de pequeños grupos de operarios organizados jerárquicamente, que son designados para mantener las condiciones básicas de funcionamiento de un equipo mediante la realización de actividades básicas de mantenimiento como inspecciones, lubricación, limpieza y ajustes.

Se promueve el trabajo en equipo al mismo tiempo que se mejora el orden y el aseo, liberando al personal de mantenimiento para otras actividades más dispendiosas.

2.1. Indicadores Clave de Desempeño (KPI's)

Para el desarrollo de este proyecto y la interpretación de resultados fueron desarrollados una serie de indicadores para medir el diagnóstico inicial y el progreso logrado con el TPM. Se complementaron indicadores ya tenidos en cuenta con otros nuevos que son necesarios para visualizar y controlar el progreso de este tipo de proyectos.

Estos indicadores miden factores tan variables e importantes en la producción que se les dio una acogida inmediata a partir de la implementación del TPM.

Tabla 1. KPI's empleados en TPM implementados en SIDOC S.A.

Indicador	Unid.	Cálculo
OEE	%	$Calid. \times Product. \times Disp.$
Accidentes	#	$Cant. \text{ Accidentes}$
Desperdicio	%	$(Cant. \text{ Desperdic} \times 100) / Producción$
AOV	#	$Costos / Producción$
Sugerencias	#	$Cant. \text{ Sugerencias}$
Productividad	%	$(Ritmo \text{ Func.} / Ritmo \text{ Diseño}) \times 100$

3. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO E IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES

Antes de iniciar el desarrollo del proyecto de TPM fue llevado a cabo un diagnóstico estratégico con el fin de identificar oportunidades de mejora. Por medio del estudio de las condiciones de funcionamiento de los equipos y del esquema productivo fueron identificados los problemas, llamados en este caso, oportunidades de mejora. Haciendo uso de los KPI's propuestos se valoraron cada una de las máquinas que funcionan en el Tren 1 de laminación, se hizo un inventario de todos los equipos y se midieron sus indicadores. Seguidamente se formularon resultados estadísticos que permitieran apreciar el estado de la zona de laminación y se identificaron las debilidades y fortalezas de la empresa para reforzarlas haciendo uso del TPM.

La plataforma de sistemas jugó un papel fundamental en el diagnóstico pues la mayoría de los datos empleados para hacer las estadísticas se tomaron de las bases de datos y registros computacionales de producción y mantenimiento de laminación.

El diagnóstico estratégico se formuló tomando toda la información concerniente al periodo productivo de Julio a Diciembre de 2006 en la zona de laminación. Se presentaron las fortalezas y debilidades como oportunidades de mejora y son las que se listan

3.1. Fortalezas

- Los indicadores del desempeño de tren 1 son buenos en general con índices de calidad y productividad superiores al 90%, lo que muestra un funcionamiento del aparato productivo más alto que el aceptable.

- Filosofías análogas al TPM como las 5'S ya han sido completamente asimiladas por los trabajadores debido a su antigüedad, por lo que no es ajeno a ellos las políticas de gestión de mantenimiento y un plan como el de TPM sería fácilmente aceptado e implementado por ellos.

- Existe un sólido compromiso de mantenimiento preventivo, funciona con relativo éxito desde hace más de quince años lo que ha permitido que se perfeccionen y se organicen cada vez mejor las actividades programadas.

3.2. Debilidades

- La mayoría de las máquinas y equipos que existen en laminación son antiguos, teniendo trenes abiertos que funcionan a 5 m/s cuando el estándar se encuentra en 100 m/s para cajas de laminación.

- Hasta hace unos meses no se había desarrollado ningún programa de capacitaciones en los trabajadores, lo que hacía que todo el conocimiento que adquirían los empleados proviniera de fuentes externas o de experiencia propia.

- Es evidente la necesidad de integrar a los operarios en el mantenimiento de las condiciones básicas de funcionamiento de las máquinas y las actividades básicas de mantenimiento preventivo ante la falta de tiempo del personal mecánico y eléctrico, necesidad que se manifiesta en el deterioro progresivo de los equipos y las continuas averías en componentes básicos del sistema de laminación.

4. FORMULACION DEL PROGRAMA DE TPM PARA EL AREA DE LAMINACIÓN SIDOC

Para implementar el programa de TPM en el Tren # 1 de laminación se tuvieron en cuenta parámetros de importancia que permitieran la aplicación correcta de variables y actividades según lo han hecho empresas pioneras en la temática. Estos parámetros están basados en los lineamientos del JIPM y son los pasos, los pilares y las actividades básicas que ya se mencionaron.

Las actividades fundamentales se propusieron para poner en marcha el programa de TPM y son ocho en total. Algunas de ellas ya se aplican actualmente de forma parcial gracias a programas como el de PM y el de las 5'S. Otras actividades no se hacen actualmente pero se proponen para que se les dé inicio. En todo caso, este programa de actividades fundamentales cubre casi todos los aspectos que se necesitan, y los aspectos que no se tomen en cuenta se plantearán de todas formas para ser realizados en tiempos futuros cuando haya una mayor disponibilidad de recursos logísticos y económicos.

La figura 2 ilustra las ocho actividades básicas que se mencionan.

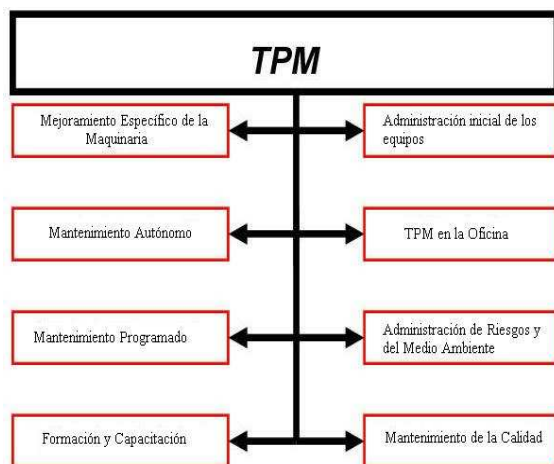


Fig. 2. Actividades básicas del TPM

4.1. Mejoramiento específico de maquinaria

Desde el inicio del Programa de TPM en la zona de laminación se han evaluado diferentes aspectos del comportamiento de las diferentes máquinas involucradas y en conjunto con operarios y personal de mantenimiento se han formulado unas listas de mejoramiento específico de maquinaria de laminación. Con base en esas propuestas se listan las actividades que se han realizado hasta ahora.

- Empujador de Horno de Calentamiento. Hasta hace unos pocos meses funcionaba un sistema de deshornador de palanquilla muy rudimentario, sin guías fijas y con soportes inadecuados que no se ajustaban a la forma geométrica circular de la barra empujadora. Esto daba como resultado la fluencia y torcedura constante de la barra deshornadora, además de desajustes continuos. Actualmente se implementó un nuevo deshornador de mayor longitud equipado con guías laterales que le dan mayor soporte e impiden su rotación sobre si mismo. Además de eso cuenta con bisagras para acortar la longitud de la guía y permitir el paso de maquinaria pesada.

- Mesa de Enfriamiento. Anteriormente la mesa de enfriamiento de varillas funcionaba con base en un sistema de pinchos unidos a cadenas transversales de gran longitud, que giraban entre dos ejes longitudinales e iban arrastrando las varillas a alta temperatura sobre la mesa hasta el camino de rodillos. Consiguientemente se cambió todo el sistema de funcionamiento, instalando un mecanismo con guías fijas y móviles en zigzag movidas por una

serie de levas que suben y bajan las guías haciendo avanzar las varillas.

4.2. Formación y capacitación

Durante la implementación del actual proyecto de TPM se dio inicio junto con el departamento de recursos humanos a un Programa de Capacitación en conocimientos mecánicos y eléctricos misceláneos, con el fin de darles a los operarios las herramientas necesarias para que puedan aplicar las actividades de mantenimiento básico y hacer diagnósticos fundamentales del funcionamiento y comportamiento defectuoso de sus respectivas máquinas. Al personal de mantenimiento también se están impartiendo cursos similares aunque no tan extensos, con el fin de profundizar y pulir los conocimientos que ya poseen a modo general y proporcionarles información adicional acerca de otros asuntos de la reparación de máquinas.

4.3. Mantenimiento programado

El sistema de manejo y programación de actividades de PM se realiza por medio de una plataforma de Software llamada SIMAQ, la cual fue desarrollada independientemente y exclusivamente para la empresa desde hace 5 años. Dentro del programa se encuentran registradas todas las actividades que se realizan, su frecuencia y las operaciones específicas que requieren cada máquina o elemento de máquina

Ante la gran cantidad de máquinas presentes en la zona de laminación se hacen insuficientes los recursos destinados al mantenimiento. Esta problemática da como resultado que todas las actividades programadas por el sistema no se alcanzan a efectuar en las paradas de fin de semana y quedan pendientes muchas tareas que se van acumulando para la siguiente parada y hacen que cada vez que se hace el mantenimiento preventivo se tenga que enfocar primero en lo mas urgente.

La acumulación de pendientes secundarios da como resultado numerosas y frecuentes paradas, generalmente no tan graves pero que le quitan eficiencia al sistema productivo, o muchas veces desembocan en daños mucho mayores que son poco frecuentes.

Se plantearon como soluciones el aumentar la cantidad de personas disponibles para las labores o la cantidad de horas programadas para el mantenimiento. Como solución los Gerentes de Proceso y de operaciones en conjunto con los encargados de laminación resolvieron el asignarle al Tren #1 de laminación paradas destinadas al Mantenimiento Programado todos los domingos y no cada 15 días como se venía haciendo. Además se plantea la corrección de algunas actividades del Tren 1 en cuanto a su frecuencia.

4.4. Administración inicial de equipos

Los criterios de funcionamiento del sistema de administración inicial de los equipos se basan en criterios muy autónomos e independientes que no se encuentran normalizados en casi ningún aspecto. Cada ingeniero se encarga de recibir y gestionar la entrega de los equipos y repuestos del área que maneja en cuanto a verificación del estado de los bienes al recibirlos.

Para intentar remediar esta situación y como actividad fundamental del TPM para la administración inicial de los equipos se creó un formato diseñado para llevar el registro del estado de los equipos y repuestos que se reciben. También se establecieron procedimientos adecuados en los que una sola persona es el encargado de manejar la administración inicial y donde siempre se hacen los debidos registros e inspecciones de los elementos recibidos. Una categorización según las ordenes de compra, de los tipos de elementos que se reciben, su importancia, el tipo de inspección que se le debe hacer y quien es el encargado de hacerla en cada caso fue implementada adicionalmente.

Actualmente se trabaja en una base de datos en Access donde estén contenidas todas las máquinas que existen en el Tren #1 y donde posteriormente serán adicionadas más zonas. En esta base de datos se encontrará toda la información pertinente a cada máquina, con los datos importantes sobre fabricante, repuestos, sistemas básicos, referencia a planos, ubicación en la planta, tipo de máquina, fotografía, frecuencia de mantenimiento, código dentro del sistema y referencia al sistema SIMAQ. También se les asignarán códigos a cada máquina y se demarcarán físicamente cada una con el código asignado para referenciarlas a la base de datos.

4.5. Administración de riesgos y del medio ambiente

Dentro del aspecto del medio ambiente se han hecho algunos avances de unos meses sobre todo en el manejo de desperdicios generados en la zona de laminación.

Anteriormente, la calamina o laminilla producida al laminar la palanquilla era dispuesta de forma inadecuada, almacenándola con otros tipos de desechos metálicos y llevada a sitios de desperdicio designados. Actualmente todos los operarios recogen periódicamente los depósitos de laminilla que se acumulan debajo de los equipos y en las zonas de circulación, para luego acumularla en contenedores metálicos y cuando se ha almacenado una cantidad considerable se despacha en camiones hacia empresas cementeras, donde es usada para producir otras materias primas. Esta mejora no solo es más adecuada sino que produce ganancias a la empresa.

5. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA EL AREA DE LAMINACION

Con el Mantenimiento Autónomo se pretende delegar funciones básicas del mantenimiento primordial a los operarios de las máquinas. Siendo ellos los que mejor conocen el comportamiento de su zona de trabajo al relacionarse todos los días con ella, nadie más eficientemente que ellos sabe cuando está funcionando mal algún mecanismo interno y va a fallar la máquina.

La ventaja con la que se cuenta al implementar el TPM y el Mantenimiento Autónomo en la zona de laminación es que casi la totalidad de operarios ya están relacionados con las 5'S y conocen sus actividades básicas, por lo que no ha sido ajeno a ellos el mantener sus sitios de trabajo organizados y limpios. Simplemente, lo que se quiere lograr es rescatar del olvido algunas de esas actividades de mantenimiento de condiciones básicas de operación y complementarlas con algunas otras para así lograr que el funcionamiento fundamental del equipo esté a cargo exclusivamente del empleado en lo posible del caso.

Se crearon grupos autónomos de operarios asignados y distribuidos según sus turnos, labores y máquinas de desempeño. A cada uno de estos grupos se les

crearon una serie de carteleras donde aparecen registrados sus progresos gráfica y numéricamente así como sus metas y responsabilidades. A cada uno de estos grupos se les asignó un Supervisor (trabajador de mantenimiento) y un Jefe de TPM, operario de ellos mismos encargado de responder por su sección e incentivar con sus compañeros las labores requeridas. En la figura 3 se muestra un organigrama explicando la forma como se estructura un grupo de Mantenimiento Autónomo y TPM

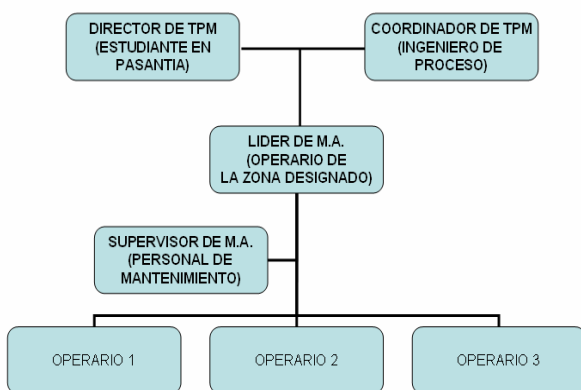


Fig. 3. Organigrama de grupo básico de mantenimiento autónomo.

Adicionalmente se hizo una subdivisión de las secciones en subzonas, conservando una estructura de organización parecida a la de las 5'S y a cada empleado se le asignó una de esas subzonas estando él encargado de conservar limpio y ordenado ese trozo de sección. Se les asignaron así mismo rutas de inspección junto con las actividades y se les enseñó a realizar cada una de las inspecciones, limpiezas, lubricaciones y ajustes pertinentes.

Para las actividades de mantenimiento autónomo se han creado una serie de instructivos de carácter informativo que pretenden normalizar y establecer un orden en las operaciones que se seguirán al realizar las actividades de limpieza, inspección, lubricación y ajustes que se harán en cada máquina. Por cada máquina se realizó uno de estos instructivos y a cada operario se le enseñó a interpretar y aplicar las actividades propuestas en el instructivo correspondientes a la máquina donde se realizaría el trabajo.

Con la limpieza inicial y la ayuda de los operarios se identificaron algunas fuentes de contaminación, en su mayoría fugas de aceite de transmisión o lubricación y de grasa en chumaceras. Otras fugas menos importantes fueron de aire y agua, que también se identificaron con las anteriores usando etiquetas de TPM para fugas y para desperfectos identificados por los empleados. Se solucionaron los menos graves y se programaron para paradas de fin de semana los más dispendiosos.

6. CONCLUSIONES

6.1. Las iniciativas en mantenimiento autónomo que se impulsaron lograron su cometido en el sentido de involucrar mucho más a los operarios con labores de mantenimiento en su máquina, pero muchas de las actividades no se alcanzan a realizar por falta de tiempo, por lo que la pasantía al respecto sugiere desde sus objetivos planteados su inclusión en los programas de mantenimiento.

6.2 Actualmente se observan ciertos progresos obtenidos con los operarios que están recibiendo cursos de capacitación, pues demuestran progresos en el desempeño de su puesto de trabajo y son los que mas ayudan a incentivar las actividades del mantenimiento autónomo, en algunas ocasiones incluso en mayor proporción que los jefes de TPM asignados, lo que demuestra los resultados del proyecto en proceso de cumplimiento.

6.3 Se han detectado debilidades ignoradas anteriormente gracias al diagnóstico inicial y a las inspecciones que se realizan en donde se usan las etiquetas de TPM. Estas etiquetas hacen parte de la papelería óptima para que no pasen desapercibidos los fallos por solucionar y para que se agilice en gran parte el proceso de mantenimiento y reparación de equipos con base en los objetivos del proyecto.

7. REFERENCIAS

Ceroaverias: [en línea]. Barcelona: Advanced Productive Solutions, 2003. [consultado 12 de noviembre de 2006]. Disponible en internet: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/index33.htm>

EVANS, James. La administración y el control de la calidad. Cuarta edición. México D.F.: Thompson editores, 2000. 323 p.

JAPAN INSTITUTE OF PLANT MAINTENANCE. TPM en industrias en proceso. Madrid: Versión en español por TGP Hoshin, 1995. 158 p.

PARRADO ALBA, Paola Andrea y Otro. Estructuración e implementación del pilar de mejora enfocada en Tetra Pack Colombia. Bogotá D.C. 2004. 121 p. Trabajo de grado (Carrera de Ingeniería Industrial). Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería.

Japan Institute of Plant Maintenance: [en línea]. Japon: JIPM, 1998. [consultado 25 de noviembre de 2006]. Disponible en internet: <http://www.jipm.or.jp/en/index.html>